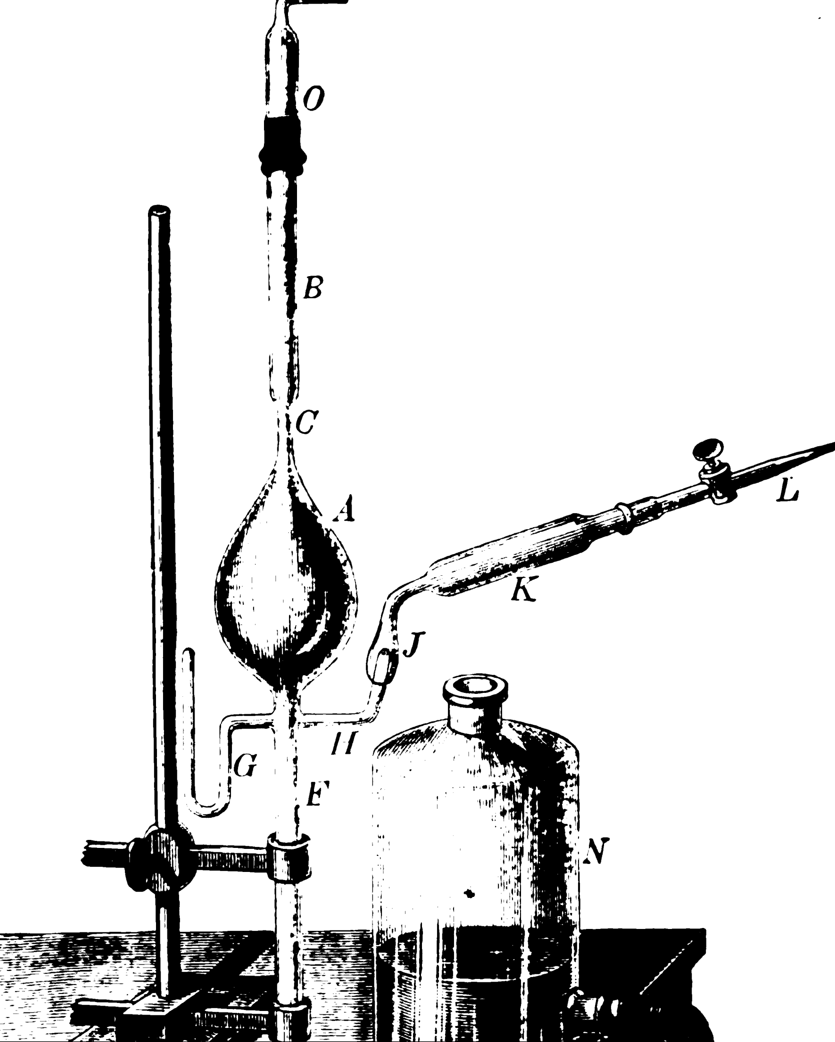
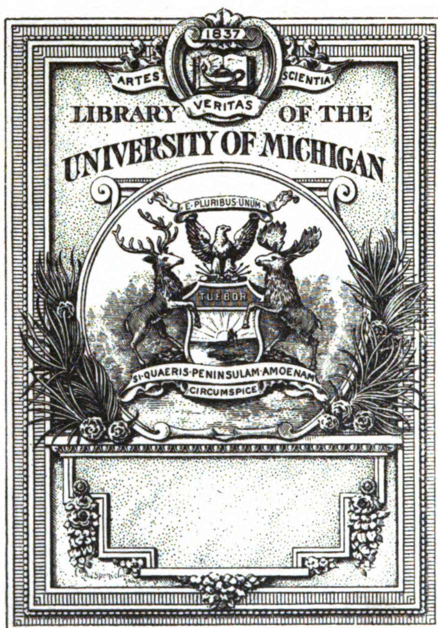


Jahrbuch der Erfindungen und Fortschritte auf den gebieten der ...


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Jahrbuch

der

Erfindungen

und

Fortschritte auf den Gebieten

der

Physik und Chemie, der Technologie und Mechanik, der Astronomie und Meteorologie.

Herausgegeben von

Dr. H. Hirzel, Professor an der Universität Leipzig.

und

Dr. H. Gretschel, Professor an der Bergakademie Freiberg.

Zehnter Jahrgang.





Mit 27 in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig
Verlag von Quandt & Händel.
1874.

Vorwort.

Mit dem Jahrgange, den wir hiermit unseren Lesern übergeben, vollendet das Jahrbuch der Erfindungen das erste Jahrzehnt seines Daseins. Was wir vor zehn Jahren als unser Ziel hinstellten, nämlich ein Werk zu liefern, „in welchem die große Zahl von Freunden der Naturwissenschaft, Industrielle und Gewerbtreibende sich über das Wissenswertheste, was auf dem Gebiete der Naturwissenschaft und ihrer Anwendung fürs Leben Neues geleistet worden ist, unterrichten könnten," das haben wir bis auf den heutigen Tag unverrückt im Auge behalten. Der Anklang, den unser Unternehmen gefunden, giebt uns die Zuversicht, daß wir mit demselben dem Bedürfnisse unserer Leser entgegengekommen sind und ermuthigt uns, auch fernerhin in derselben Bahn vorwärts zu gehen.

Im Bezug auf den vorliegenden Jahrgang haben wir Nichts weiter zu erwähnen, als den Umstand, daß der

Abschnitt über Mechanik diesmal ganz ausfallen mußte, um für Physik und Chemie mehr Platz zu gewinnen.

Mit der Hoffnung, daß dieser Jahrgang sich einer gleich freundlichen Aufnahme erfreuen möge, wie seine Vorgänger, senden den Lesern ihren Gruß

Leipzig und Freiberg, Ende September 1874.

Die Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Astronomie.

Physik und Meteorologie.

Abschnitt über Mechanik diesmal ganz ausfallen mußte, um für Physik und Chemie mehr Platz zu gewinnen.

Mit der Hoffnung, daß dieser Jahrgang sich einer gleich freundlichen Aufnahme erfreuen möge, wie seine Vorgänger, senden den Lesern ihren Gruß

Leipzig und Freiberg, Ende September 1874.

Die Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Astronomie.

Physik und Meteorologie.

Chemie und chemische Technologie.

Jahrbuch der Erfindungen.

I.

Astronomie.

Die neu entdeckten Planeten des Jahres 1873.

Wenn die Zahl der Planetoiden-Entdeckungen im Jahre 1873 auch nicht so bedeutend gewesen ist, wie im vorhergehenden, so ist sie doch immerhin ansehnlich, nämlich sechs.

Die drei ersten Planetoiden dieses Jahres, (129) bis (131) wurden von dem amerikanischen Astronomen C. H. F. Peters auf dem Litchfield-Observatorium zu Clinton entdeckt, nämlich

Planetoid (129), Antigone, am 5. Februar und an den folgenden Tagen vom Entdecker, am 8. Februar von Hall in Washington, am 26. Februar von Tietjen in Berlin, am 1. März von Börgen in Leipzig u. a. beobachtet;

Planetoid (130), Elektra, entdeckt am 17. Februar und vom Entdecker weiter beobachtet am 26. Februar, 5. und 17. März, sowie

Planetoid (131), Vala, entdeckt am 24. Mai und von Peters an den folgenden Tagen weiter beobachtet. In Europa wurde er zuerst von Borrelly in Marseille am 27. bis 30. Mai, von Schulhof in Wien am 30. Mai u. a. beobachtet.

Auch die beiden andern Planetoiden wurden in Amerika entdeckt, und zwar von James C. Watson in Ann Arbor.

Planetoid (132), Aethra, wurde am 13. Juni entdeckt, am 14., 15. und 18. Juni, sowie auch im Juli vom Entdecker

weiter beobachtet und am 17. Juni, gleich nach Ankunft der die Entdeckung meldenden Depesche, von Coggia in Marseille aufgefunden

Am 29. Juli beobachtete Watson einen Stern 12. Größe, den er als einen Planeten erkannte. Ungünstige Witterungsverhältnisse hinderten aber die weitere Beobachtung an den folgenden Abenden, und erst am 16. August, nach längere Zeit anhaltender trüber Witterung und Mondschein, fand Watson beim Suchen des kleinen Sternchens ein planetarisches Object; es ergab sich indessen aus den Rechnungen von Peters, daß dieses ein neuer Planet,

Planetoid (133), sei, der später auch anderwärts beobachtet wurde, u. a. am 19., 22., 24. und 27. September in Leipzig, am 2. October in Lund ꝛc. und den Namen Undina empfing.

Der letzte Planetoid des verflossenen Jahres, (134), wurde von Luther in Bilk bei Düsseldorf am Abende des 27. September aufgefunden und nachher von Rümcker in Hamburg am 29. September und 9. October, von Bruhns und Seeliger in Leipzig am 13., 14., 16.—18. October u. a. beobachtet. Er hat den Namen Sophrosyne erhalten.

Die großen Planeten und ihre Monde.

Merkur. — Dieser Planet, welcher namentlich von Schröter in Lilienthal fleißig beobachtet wurde,*) ist in den letzten Jahren auch von dem Astronomen H. Vogel auf der Sternwarte zu Bothkamp öfters aufgesucht worden, in der Absicht, Etwas über seine Oberfläche zu ergründen.**) Indessen machte es die Unruhe der Luft, und die Nähe der Sonne meist unmöglich, auch nur das geringste Detail auf der Oberfläche zu erkennen. Nur an zwei Tagen, 14. und 22. April 1871, war es bei sehr günstiger Stellung des Planeten möglich, mit einiger Sicherheit Flecken auf der Scheibe zu sehen, wie die von Vogel veröffentlichten Abbildungen zeigen. Von hohen Bergen aber,

---

*) Schröter, Hermographische Fragmente. Göttingen 1804.

**) H. C. Vogel, Beobachtungen, angestellt auf der Sternwarte des Kammerherrn von Bülow zu Bothkamp. Heft II. Leipzig, Engelmann. 1873. S. 133.

die Schröter, ähnlich wie auf der Venus auch auf dem Merkur wahrgenommen haben haben will, fand sich keine Andeutung.

F. Zöllner hat im Februar 1868 unter sehr günstigen Verhältnissen vergleichende Messungen des Merkur und Jupiter ausgeführt.*) Am Abende des 16. Februar, wo beide in fast genau gleicher Höhe als glänzende Gestirne am Westhimmel sichtbar waren, fand er das Helligkeitsverhältniß

Jupiter : Merkur = 2,741 : 1,

und am 18. desselben Monats fand er dieses Verhältniß 3,195 : 1. Reducirt man diese Zahlen auf diejenige Helligkeit des Jupiter, welche derselbe in der sogenannten mittleren Opposition besitzt, d. h. in derjenigen Opposition, wo Erde und Jupiter in ihrem mittleren Abstande von der Sonne sich befinden, so ergeben sich die Werthe 4,942 und resp. 5,777 : 1.

Nun hat Zöllner aus Beobachtungen von 1862—1864 das Helligkeitsverhältniß zwischen Jupiter in mittl. Opposition und Capella ermittelt und dafür

10,190 : 1

gefunden; Beobachtungen aus dem Jahre 1868 haben 11,324 : 1 gegeben. Mit Benutzung des letzteren Werthes ergiebt sich das Helligkeitsverhältniß zwischen Merkur und Capella

1868 Febr. 16. 2,291 : 1
" 18. 1,960 : 1.

Das Helligkeitsverhältniß zwischen Sirius und Capella ist nach Zöllner 3,404. Es kann also Merkur in günstiger Position nahezu die Helligkeit des Sirius erreichen.

An diese Resultate hat Zöllner noch eine Reihe weiterer Betrachtungen geknüpft, die ihn zu dem Ergebnisse führen, daß *Merkur ein Körper ist, dessen Oberflächenbeschaffenheit mit derjenigen des Mondes sehr nahe übereinstimmt, der also auch, wie der Mond, wahrscheinlich keine merkliche Atmosphäre besitzt.*

Venus. — Bei weitem reichhaltiger sind die Ergebnisse der Beobachtungen, die *Vogel* und *Lohse* im Jahre 1871 an der Venus angestellt haben.**)

---

*) Poggend. Ann. Jubelband, S. 624.

**) Bothkamper Beob. II, S. 118—132. Dazu 14 Abbildungen der Venus in verschiedenen Phasen.

Unter günstigen atmosphärischen Verhältnissen lassen sich auf dem beleuchteten Theile der Venusoberfläche verschiedene Lichtabstufungen, sowie helle und dunkle Flecken wahrnehmen, welche sowohl im Bezug auf Gestalt, wie auch auf Position sich nur langsam ändern. Meist sind diese Flecken unbestimmt begrenzt und heben sich nur wenig von der Umgebung ab, so daß sie selbst bei guter Luft sich dem Auge des Beobachters nur intermittirend darstellen und nur schwer und unsicher aufzufassen sind. Diesem Umstande ist es wahrscheinlich zuzuschreiben, daß das Aussehen des Planeten sich innerhalb einiger Stunden, und selbst von einem Tage zum andern nur wenig ändert; man vermag eben nur größere Veränderungen wahrzunehmen.

Das nebelartige Aussehen der Flecke und die auffallende Abnahme des Lichtes nach der Beleuchtungsgrenze hin, die besonders, wenn der Planet als Sichel erscheint, stark hervortritt, machen es wahrscheinlich, „daß die Venus von einer Atmosphäre umgeben ist, in welcher eine sehr dichte und dicke Schicht von Condensationsproducten schwebt, und daß die Aufhellungen in dieser Schicht nie so weit gehen, daß sie deutlich markirte Flecken auf der Venusoberfläche bedingen, oder einen Durchblick auf die Oberfläche des Planeten gestatten."

Auch die spectralanalytischen Untersuchungen sprechen für die Anwesenheit einer sehr dichten Atmosphäre. Es zeigen nämlich die Spectra des Mars, Jupiter und Saturn, besonders aber die des Uranus und Neptun, eigenthümliche Banden, die man einer Absorption des Sonnenlichtes in der Atmosphäre dieser Planeten zuschreiben muß. Das Spectrum der Venus dagegen stimmt fast vollständig mit dem der Sonne überein, wahrscheinlich weil das Sonnenlicht nur bis zu geringer Tiefe in die Atmosphäre dieses Planeten einzudringen vermag und größtentheils an der Wolkenschicht derselben reflectirt wird.

Es scheint daher auch „unmöglich aus den Flecken, die man auf der Oberfläche der Venus bemerkt, Schlüsse auf die Rotationszeit oder die Lage der Rotationsachse des Planeten zu ziehen."

Bekanntlich haben auch frühere Beobachtungen im Bezug auf die Rotationsdauer der Venus zu ganz widersprechenden Resultaten geführt. Namentlich stehen sich die Beobachtungen

von Bianchini und Schröter gegenüber. Ersterer welcher die Venus in den Jahren 1726—28 in Rom mit einem 88 Palmen (etwa 23 Meter) langen Fernrohr beobachtete, hat in seinem Werke, „Hesperi et phosphori nova phaenomena sive observationes circa planetam Veneris etc.," das in Rom 1728 erschien, mehrere Abbildungen veröffentlicht und aus den Beobachtungen eine Rotationsdauer von ungefähr 24 Tagen abgeleitet. Schröter dagegen, der seit 1779 in Lilienthal die Venus mit für die damalige Zeit guten Instrumenten beobachtete, fand aus der vermeintlichen Bewegung dunkler Flecken auf dem Planeten eine Rotationsdauer von 23 Stunden 28 Minuten, was ungefähr dem Resultate gleichkommt, welches Dominique Cassini aus der Bewegung eines an der Lichtgrenze gelegenen hellen Fleckens im Jahre 1666 abgeleitet hatte. Wie wenig Gewicht indessen der Schröter'schen Bestimmung beizulegen ist, ergiebt sich daraus, daß aus manchen seiner Beobachtungen auf eine nur wenig gegen die Ekliptik geneigte, aus andern wieder auf eine sehr stark geneigte Achse zu schließen ist, während nichts desto weniger die daraus abgeleiteten Rotationszeiten leidlich übereinstimmen. Spätere Beobachtungen haben die Frage, welche Bestimmung die richtigere ist, nicht zu entscheiden vermocht. William Herschel vermochte trotz seiner bedeutenden Hilfsmittel nicht, Flecke auf der Venus mit solcher Bestimmtheit zu erkennen, daß er daraus die Rotationsdauer ermitteln konnte; er neigt sich im Allgemeinen der Annahme einer kurzen Rotationszeit von ungefähr 24 Stunden zu. Beobachtungen von Flaugergues aus dem Jahre 1796 sprechen nach der Angabe von Valz mehr für die Bianchini'sche Bestimmung, der auch Valz sich zuneigt. Dagegen hat der Pastor Fritsch in Quedlinburg, welcher den Planeten mit einem 2½ füßigen Ramsden'schen Fernrohre beobachtete, im Jahre 1801 aus der regelmäßigen Wiederkehr einer Ausbuchtung am nördlichen Rande die Rotationszeit von 23 Stunden 22 Minuten abgeleitet. Mädler wieder wird durch seine zahlreichen Beobachtungen in den Jahren 1833 und 1836 nur zu dem Ergebnisse geführt, daß die verhältnißmäßig raschen Veränderungen der Horngestalten einer 24stündigen Rotationszeit günstiger seien, als der Bianchini'schen. Endlich hat De Vico aus seinen in den Jahren 1839—42 angestellten Beobachtungen eine Rotationsdauer von 23 Stunden

21 Minuten 21,93 Secunden abgeleitet. Doch hebt Vogel hervor, daß man gegen diese Bestimmung, die bis auf hundertel Secunden geht, billig Bedenken haben müsse, da De Vico selbst bemerkt, daß die Vertheilung der Flecken auf der Venusscheibe nach 3 bis 4 Stunden noch eine solche sei, wie vor dieser Zeit, so daß man, wenn man nicht von Stunde zu Stunde der Bewegung der Flecken folge, irrthümlich meinen könnte, sie hätten sich nicht bewegt, dieser Umstand aber das Wiedererkennen der Flecken am nächsten Tage sehr erschweren müsse.*)

Zu den vielen merkwürdigen Entdeckungen, welche Schröter in den „Aphroditographischen Fragmenten" (Helmstedt 1796) veröffentlicht hat, gehören auch die Berge auf der Venus, die bis zu 5,8 geogr. Meilen sich erheben sollen. Der ältere Herschel dagegen hat niemals Ungleichmäßigkeiten in der Form der Beleuchtungsgrenze, die auf Berge deuten könnten, wahrgenommen, ebensowenig wie Veränderungen der Hörnerspitzen. Damit stimmen denn auch die Beobachtungen in Bothkamp vollständig überein. Wenn manchmal Ausbuchtungen an der Beleuchtungsgrenze vorhanden schienen, so zeigte sich bei genauerer Betrachtung, daß hellere Flecke in der Nähe eine Täuschung veranlaßt hatten, die Beleuchtungsgrenze verlief aber ganz gleichmäßig. „Kleinere Auszackungen, Vorsprünge, isolirt auf der Nachtseite liegende Punkte, Gestaltveränderungen der Hörner sind nie beobachtet worden."

Schon früher sind mehrfach Lichterscheinungen auf der Nachtseite der Venus wahrgenommen worden und auch die Bothkamper Beobachtungen haben dieselbe „mit einiger Bestimmtheit" gezeigt. Während aber z. B. Gruithuisen, der die Venus 1813 bis 1847 beobachtete, angiebt, daß solche sich über den ganzen nicht beleuchteten Theil des Planeten erstreckt haben, hebt Vogel ausdrücklich hervor, daß dies bei den Beobachtungen in Bothkamp anders war, und daß diese Lichtprocesse nur bis zu einer Entfernung von etwa 30° von der Beleuchtungsgrenze wahrnehmbar waren. „Dieselben können möglicherweise das Phänomen einer sehr starken Dämmerung sein, was wiederum sehr für das Vorhandensein einer hohen und dichten Atmosphäre sprechen würde. Die fraglichen Lichterscheinungen schienen jedoch nicht immer sichtbar zu sein, und wenn man nicht den Grund davon in der

*) Die Literatur dieser ältern Beobachtungen giebt Vogel in den Bothkamper Beob. II, S. 128 u. f.

größern oder geringern Undurchsichtigkeit unserer Atmosphäre suchen will, dürfte das zeitweilige Auftreten für die Annahme elektrischer mit Lichtentwickelung verbundener Vorgänge sprechen." Eine Entscheidung mittels des Spectroskopes war wegen zu großer Lichtschwäche nicht möglich.

Außerdem wurde noch an 7 Tagen der Durchmesser der Venus gemessen, und derselbe im Mittel für die Entfernung 1 = 16"867 ± 0"0203, oder unter Annahme der Sonnenparallaxe 8"915 gleich 1626,0 geogr. Meilen mit einem wahrscheinlichen Fehler von ± 2,0 Meilen gefunden.

Der III. Band der Annalen der Leidener Sternwarte enthält folgende neuere Bestimmungen dieses Durchmessers.

Encke, aus dem Verweilen der Venus am Sonnenrande beim Vorübergange 1761	16"61
Mädler, Fadenmikrometer-Beobachtungen . . .	17"13
Wichmann, Heliometer	17"33
Lassell, Heliometer	17"15
Hartnup, Fadenmikrometer	17"93
Hartnup, Doppelbildmikrometer	17"13
Thompson, Fadenmikrometer	17"77
Thompson, Doppelbildmikrometer	17"58
Main, Airy's Doppelbildmikrometer	17"55
Schmidt, Fadenmikrometer	17"55
Kaiser, Airy's Doppelbildmikrometer	17"52
Stone, aus Greenwicher Beobachtungen abgeleitetet	16"94

Erde; — neue Bestimmung der mittleren Dichtigkeit derselben. Zur Ermittelung dieser wichtigen Größe sind bis jetzt vier Methoden angewandt worden.

1. Man hat die Anziehung gemessen, die ein Berg, dessen Masse man wenigstens schätzen kann, auf ein Pendel ausübt, indem man die Ablenkung von der Verticalen beobachtete, die dasselbe in der Nähe des Berges erleidet. Diese Idee rührt von Newton her. Versuche dieser Art sind zuerst von Bouguer am Chimborazo im Jahre 1738, dann 1774—86 von Maskelyne und Hutton, sowie 1810 von Playfair am Shehallien in Perthshire angestellt worden. Aus diesen britischen Beobachtungen ergiebt sich im Mittel 4,713 wenn die Dichtigkeit des Wassers = 1 gesetzt wird.

Aehnliche Beobachtungen sind im September und October 1855 am Hügel Arthur's Hill bei Edinburg unter der Leitung des Lieutenant-Colonel James ausgeführt worden. Derselbe fand 5,14 ± 0,07 als mittlere Dichtigkeit der Erde.*)

2. Man vergleicht die Anziehung eines Berges mit derjenigen der ganzen Erde, indem man die Schwingungen eines Pendels auf dem Berge und in großer Entfernung vergleicht. Hierher gehören die Pendelbeobachtungen von Carlini auf dem Mont Cenis und von Biot in Bordeaux in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts, welche 4,950 gaben.

3. Man ermittelt aus Pendelbeobachtungen die Größe der Schwerkraft an der Erdoberfläche und in einer beträchtlichen Tiefe im Innern der Erde. Im letzteren Falle wird nach einem Satze der Mechanik die Anziehung der ganzen Schale von diesem Punkte bis zur Oberfläche unwirksam, und wenn man die mittlere Dichtigkeit dieser Schale kennt, was allerdings nur sehr unzuverlässig der Fall ist, so kann man dann die Anziehung der bekannten Masse der Schale mit der Anziehung der ganzen Erde vergleichen. Diese Idee ist von Airy verwirklicht worden. Nach mißglückten Versuchen in der Dolcoath-Grube bei Camborne in Cornwall in den Jahren 1826 und 1828, wurden mit besserem Erfolge im September und October 1854 in der Kohlengrube Harton bei South Shields Pendelbeobachtungen an zwei um 1256 engl. Fuß in verticaler Richtung von einander entfernten Punkten angestellt. Wenn D die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erde, d die der äußeren, 1256 Fuß dicken Schale bedeutet, so fand sich D = 2,6266 d. Airy nahm d = 2,50 an und erhielt so D = 6,566;**) die Größe d wurde aus den specifischen Gewichten der durchsunkenen Schichten abgeleitet. Haughton dagegen, welcher diese Größe aus der mittleren Höhe der Continente (1000 F. engl. nach Humboldt), der Vertheilung von Wasser und Festland auf der Erde (2,815 : 1 nach Rigaud) und unter Zugrundlegung der Zahl 2, 75 für die mittlere Dichte der Continente auf 2,059 berechnete, fand bei einfacherem Rechnungsverfahren D = 5,480.***)

*) Philos. Mag. Vol. XII. Fourth series. July-Dec. 1856. p. 314.
**) Phil. Mag. Vol. XII. Fourth series. p. 228.
***) Phil. Mag. Vol. XII. Fourth series. p. 50. — Zeitschr. f. Math. und Physik. Jahrg. 1857. S. 68.

4. Genauer als die vorerwähnten Methoden ist das Verfahren mittels der von Mitchell erfundenen Drehwaage. Die ersten Versuche mittels dieses Apparates die mittlere Dichtigkeit der Erde zu bestimmen, wurden 1798 von Cavendish angestellt. Baily hat aus ihnen den Werth 5,488 abgeleitet. Genauere Versuche wurden 1838 von F. Reich in Freiberg angestellt; sie gaben 5,440. Spätere Versuche in den Jahren 1847 bis 1850 führten zu dem Resultate 5,5832 mit dem wahrscheinlichen Fehler 0,0149.*) Inzwischen wurden die im Auftrage der Londoner astronomischen Gesellschaft von Baily angestellten Bestimmungen derselben Größe bekannt gemacht, die zu dem mittlern Werthe 5,660 führten.**) Wie Reich bediente sich auch Baily zur genauen Beobachtung der Bewegung des Balkens der Drehwaage der von Poggendorff bereits im Jahre 1826 vorgeschlagenen Methode mit Spiegel und Fernrohr. Baily's Beobachtungen sind nun zwar weit zahlreicher und mit mancherlei Abänderungen angestellt, es weichen aber die Resultate der einzelnen Beobachtungsreihen sehr erheblich von dem Mittelwerthe ab. Insbesondere ist es auffallend, daß das Ergebniß um so größer ausfiel, je leichter die in Anwendung gebrachten Kugeln waren. Während Baily bei $2\frac{1}{2}$zölligen Bleikugeln 5,595 erhielt, ergab sich bei 2zölligen Elfenbeinkugeln 5,775 und für den kupfernen Arm der Drehwaage allein sogar 6,024. Reich vermuthet daher, daß vielleicht die auf den Arm ausgeübte Anziehung oder auch das Trägheitsmoment des letzteren falsch geschätzt worden ist.

Neue Versuche mit der Drehwaage zur Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde sind nun in den letzten Jahren von Alfred Cornu und J. Baille angestellt worden.***) Sie bedienten sich eines im Keller der Polytechnischen Schule in Paris aufgestellten Apparates von wesentlich derselben Einrichtung wie der von Reich und Baily; nur waren seine Dimensionen bis auf $\frac{1}{4}$ reducirt. Als Balken diente ein Aluminiumrohr von 50 Centim. Länge mit zwei Kupferkugeln von

*) Neue Versuche mit der Drehwaage. Abh. d. math.-phys. Classe d. sächs. Gesch. d. W. Bd. I (1852), S. 418. Poggend Ann. Bd. 85.

**) Experiments with the Torsion rod for determining the mean Density of Earth. London 1843.

***) Comptes rendus, 1873 avril 14, p. 954.

je 109 Grm. an den Enden. Auf der Mitte war ein Spiegel angebracht, in welchem man mittels Fernrohr die Theilstriche einer 5,6 Meter entfernten Scala ablas. An einem Silberdraht von 4,15 Meter Höhe aufgehängt, machte der Balken in ungefähr 6 Min. 31 Sec. eine Schwingung. Als anziehende Masse wurde Quecksilber verwendet, das sich in zwei gußeisernen Kugeln befand und ohne alle Erschütterung durch Aspiration aus der einen in die andere gebracht wurde. Das Gewicht des Quecksilbers betrug 12 Kilogr.

Außer der bedeutenden Verminderung der Dimensionen und der Anwendung des Quecksilbers als anziehende Masse, werden noch als Vorzüge des Apparates hervorgehoben die gänzliche Vermeidung aller elektrischen Störungen durch metallische Herstellung aller Theile und Verbindung mit dem Boden, sowie die elektrische Registrirung der Beobachtungen.

Es ergab sich nun

aus den Beobachtungen im Juli u. August 1872 5,56
" " " " Herbst u. Winter 1872/73 5,50

als Werth für die mittlere Dichtigkeit der Erde. Der mittlere Fehler in der Sommerreihe beträgt etwa 1,25 Proc., der der Winterreihe 1,50 Proc. Da letztere außerdem durch die zeitweilige Anwesenheit vieler Personen mancherlei Störungen unterworfen waren, so ist 5,56 als die zuverlässigere Zahl zu betrachten.

Cornu und Baille haben auch auf den oben erwähnten Umstand, daß bei Baily sich ein um so größerer Werth ergab, je leichter die Masse war, ihre Aufmerksamkeit gelenkt. Sie erklären ihn gleichfalls durch eine unrichtige Schätzung der auf den Balken ausgeübten Anziehung und mittels eines empirischen Gesetzes leiten sie aus den Baily'schen Versuchen die Zahl 5,55 ab.

Mars. — Dieser Planet ist deshalb von besonderem Interesse, weil seine Oberfläche Erscheinungen zeigt, welche an die meteorologischen Phänomene auf unsere Erde erinnern. Es lag sehr nahe, die von Huygens und dem älteren Cassini entdeckten weißen Polarflecken als Schneeablagerungen zu deuten, und diese Ansicht wurde fast zur Gewißheit als der ältere Herschel nachwies, daß die Größe dieser Flecken mit den Jahreszeiten auf der Marsoberfläche veränderlich ist und beim Herannahen der warmen Jahreszeit sich merklich vermindert. Die helleren

und dunkleren Partien, in welche die Oberfläche zerfällt, deuteten, so lange man sie veränderlich fand, auf die Anwesenheit einer Atmosphäre. Als aber Herschel zeigte, daß die Mehrzahl der Grenzen wesentlich fest bleibt, machte sich mehr und mehr die Ansicht geltend, daß wir in den helleren Theilen Ländermassen, in den dunkleren Meere vor uns haben, deren Anblick allerdings zeitweilig durch atmosphärische Trübungen gestört wird. Die entgegengesetzte Ansicht Schröters, welcher bei seinen Lilienthaler Beobachtungen außerordentlich rasche Bewegungen und Veränderungen dunkler Flecke constatirt zu haben glaubte und daher wolkenartige Gebilde in diesen dunkeln Flecken sehen wollte, hat sich keines Anklanges zu erfreuen gehabt.

Proctor hat vor einiger Zeit auf eine Eigenthümlichkeit dieser Meere der Marsoberfläche aufmerksam gemacht. Dieselben zeigen nämlich vielfach lange und enge Straßen oder ähneln einem Flaschenhalse. So hat die mit dem Namen Huggins belegte Straße einen über 3000 englische Meilen langen Lauf und verbindet das Mare Bessel mit dem Mare Maraldi. Fast ebenso lang ist die Straße Bessel. Ein anderer, mit dem Namen Nasmyth bezeichneter Canal beginnt beim Mare Tycho, läuft nach Ost, jenem und dem Mare Beer parallel, biegt dann rasch nach Süden um und bildet den Vordertheil des Mare Kaiser. Der durch seine geologischen Speculationen über die Himmelskörper bekannte französische Gelehrte Stanislas Meunier findet hierin ein Zeichen des hohen Alters des Mars. Wenn unsere Meere, z. B. das Atlantische, ihr Niveau um 4000 Meter erniedrigt haben werden, so werden sie nach Meuniers Ansicht ähnliche Formen zeigen, wie die Mars-Meere*).

Eine ausführliche Arbeit über den Planeten Mars, in welcher die früheren Beobachtungen mit großer Sorgfalt berücksichtigt sind, hat der vor zwei Jahren verstorbene Director der Sternwarte zu Leiden, F. Kaiser, im III. Bande der „Annalen der Leidener Sternwarte" veröffentlicht. Alle Beschreibungen und Abbildungen des Planeten, die seit den ersten Beobachtungen im Jahre 1636 bekannt geworden sind, unterwarf Kaiser, soweit sie ihm zugänglich waren, seiner Prüfung. Nicht weniger als 412 Zeichnungen gingen so durch seine Hand, gegen 320

*) Comptes rendus, 1873 sept. 1, p. 566.

konnte er sich nicht verschaffen. Die ersten Zeichnungen sind natürlich nur rohe Versuche. Aber die von Huygens im Jahre 1659 in seinem von Kaiser wieder aufgefundenen Tagebuche gegebenen Darstellungen sind verhältnißmäßig gut gezeichnet, und Hooke erkannte schon 1666 den wahrscheinlich richtigen Charakter der Flecke, obwohl es nach Kaisers Meinung schwer halten würde, die von ihm beobachteten Flecke so leicht wieder zu erkennen, als man geglaubt hat. Mit großer Ausdauer hat William Herschel von 1777 bis 1783 den Mars beobachtet. Ihm verdankt man die Kenntniß der Veränderlichkeit der beiden hellen Polarflecken mit den Jahreszeiten und ihrer excentrischen Lage. Von seinen 31 Figuren zeigen 5 ein breites weißes Band, welches schräg über die Planetenscheibe läuft; auch erwähnt er Veränderungen, die er dem Vorüberziehen von Wolken und Dünsten zuschreibt. Einige der von Herschel beobachteten dunkeln Flecken können auf späteren Zeichnungen wieder nachgewiesen werden, aber nicht alle.

Die zahlreichen Abbildungen des Mars von Schröter hat Kaiser nicht benutzen können. Zwar wurden bei der Einäscherung von Lilienthal durch die Franzosen 1813 die „Areographischen Fragmente“ gerettet, aber bei dem bald nachher eingetretenen Tode Schröters (1816) blieben sie unveröffentlicht. Erst später sind sie durch die Bemühungen von Peters in Altona wieder in Schröters Nachlasse aufgefunden worden und Terby in Löwen hat sie einer Durchsicht unterworfen. Der Bericht dieses Gelehrten ist von der kgl. Belgischen Akademie der Wissenschaften veröffentlicht worden. Man erkennt aus den Schröter'schen Figuren vielfache Uebereinstimmung mit den Zeichnungen späterer Beobachter; leider wird aber der Werth seiner mit außerordentlichem Fleiße angestellten Beobachtungen einigermaßen beeinträchtigt durch die vorgefaßte Meinung, daß die dunkeln Flecke gasiger Natur seien.

Eine wesentliche Bereicherung erfuhren unsere areographischen Kenntnisse zur Zeit der Opposition des Planeten im Jahre 1830. Da dieselbe nahezu mit dem Aphel der Erde und dem Perihel des Mars zusammenfiel, so wurde der scheinbare Durchmesser des letzteren auf 23″1 vergrößert, ein für die Beobachtungen außerordentlich günstiger Umstand. Die von Beer und Mädler damals gefertigten Zeichnungen übertrafen an Sorgfalt

alles früher Dagewesene und haben den Ausgangspunkt für alle späteren Studien der Marsoberfläche gebildet. Doch ist, wie Kaiser bemerkt, manches, was man durch diese Arbeit als fast entschieden betrachtete, nachher wieder in Frage gestellt worden. Weniger erfolgreich sind die Beobachtungen während späterer Oppositionen gewesen, was seinen Grund theils in der größeren Entfernung des Mars, theils in seiner verschiedenen Stellung haben mag. Aus dem Jahre 1845, in welchem der Durchmesser bis auf 23″5 wuchs, scheint Kaiser nur die Beobachtungen des amerikanischen Astronomen Mitchell zu Gesicht bekommen zu haben. Später sind zunächst 1854 die schönen Zeichnungen von Jacob und 1856 die noch vorzüglicheren von De la Rue zu nennen. Ferner veröffentlichte im Jahre 1858 Pater Secchi als Ergebniß mehrjähriger Beobachtungen eine Reihe von Zeichnungen des Mars, die unter einander sehr gut, aber nur theilweise mit früheren Beobachtungen übereinstimmten. Große Erwartungen hegte man von den mit großartigen Hilfsmitteln unternommenen Beobachtungen während der Opposition 1862. Aber obwohl Secchi mit einem ausgezeichneten Refractor, Lassell und Lord Rosse mit ihren großen Reflectoren beobachteten, waren die Resultate doch höchst ungenügend. Hatte man vorher gehofft, jetzt alle Fragen beantworten zu können, so sah man sich gerade umgekehrt neuen Zweifeln ausgesetzt. Nirgends trifft man, nach Kaisers Angabe, größere Widersprüche, als zwischen den Zeichnungen von Lassell und Rosse; wenn man es nicht aus der Zeitangabe erkennen könnte, würde man oft nicht wissen, daß sie einen und denselben Fleck beobachtet und abgebildet haben. Und Secchi's Zeichnungen sind weit entfernt, diese Widersprüche zu lösen. Kaiser hat daher die Zeichnungen dieser drei Beobachter ganz bei Seite legen müssen. Er spricht überhaupt seine Meinung dahin aus, daß gerade die größten Teleskope den Beobachter am leichtesten irre führen; zur genauen Abbildung von himmlischen Gebilden sei vor allem ein praktischer, nicht seinen Phantasien nachgehender Zeichner nöthig, dem auch ein Fernrohr von mäßiger Kraft genüge.

Doch wurden sowohl während der Opposition von 1862, als auch im Jahre 1864 mit mäßigen Instrumenten Resultate gewonnen, die recht zufriedenstellend waren. Die Zeichnungen, welche Lockyer 1862 angefertigt hat, stimmen sehr gut überein

mit denen von Kaiser aus den Jahren 1862 und 1864, sowie mit denen von Schmidt und Phillips. Dasselbe gilt auch von den leider bis jetzt nur theilweise veröffentlichten Beobachtungen, die Dawes mit einem größeren Instrumente angestellt hat.

Im Ganzen aber hat freilich das Gesammtergebniß der mühevollen Vergleichung von 412 Abbildungen des Mars den aufgewendeten Opfern an Zeit und Arbeit nicht recht entsprochen. Die Abweichungen sind so bedeutend, daß man kaum glauben sollte, daß diese Darstellungen sich auf denselben Körper beziehen. Kaiser schreibt diese großen Verschiedenheiten zum Theil auf Rechnung der verschiedenen Perspective für verschiedene Beobachter; denn nur im Centrum der Scheibe erscheinen die Flecken in ihrer wahren Gestalt, nach dem Rande hin treten bedeutende Verkürzungen ein, so daß die richtigen Formen nur schwer erkennbar sind. Dazu kommt noch die unvollkommene Durchsichtigkeit der Atmosphäre des Mars, sowie die Veränderlichkeit des Zustandes unserer eigenen Atmosphäre. Kleinere Flecken namentlich werden daher nur selten deutlich und scharf begrenzt erscheinen. Hier würde die Photographie äußerst werthvolle Dienste leisten; leider ist sie aber nicht anwendbar.

Was die Deutung der helleren und dunkleren Flecken anlangt, die man gewöhnlich als Land- und Wassermassen betrachtet, so hegt Kaiser einige Zweifel an der Statthaftigkeit dieser Erklärung. Namentlich macht er aufmerksam auf die mannichfache Schattirung der angeblichen Wasserflächen und ihre verwaschenen Grenzen. In letzterer Hinsicht befindet er sich indessen in Widerspruch mit Lockyer, welcher, wenigstens bei klarer Marsatmosphäre, ganz scharfe Grenzen beobachtet hat, und was die verschiedene Schattirung anlangt, so liegt es nahe, an die verschiedene Tiefe einzelner Meerestheile, vielleicht auch an eine in Folge verschiedenen Salzgehaltes verschiedene Durchsichtigkeit des Wassers zu denken.

Sehr ausführlich hat Kaiser die Rotationsdauer des Mars behandelt. Dominique Cassini hat dieselbe im Jahre 1666 zu 24 Stunden 40 Min. bestimmt, was für die damalige Zeit überraschend genau ist. Erst William Herschel brachte eine beträchtliche Verbesserung an, indem er aus seinen Beobachtungen von 1777 bis 1781 die Zeit von 24 St.

39 Min. 21,67 Sec. berechnete. Im Jahre 1821 fand Kunowsky 34 St. 36 Min. 40 Sec. Die nächste Bestimmung ist die von Beer und Mädler, welche 24 St. 37 Min. 23,7 Sec. fanden. Aus seinen eignen Beobachtungen des Mars im Jahre 1862 in Verbindung mit denen von Beer und Mädler, W. Herschel und Huygens leitete dann Kaiser die Umlaufszeit von 24 St. 37 Min. 22,62 Sec. ab; nachdem aber Proctor einen etwas abweichenden Werth, nämlich 22,735 Sec. berechnet hatte, nahm Kaiser nochmals die ganze Aufgabe vor und erhielt als Endresultat

24 St. 37 Min. 22,513 Sec.

Doch bemerkt er dabei, daß die ganze Beobachtung dieser Rotationsdauer so unsicher ist, daß es vor der Hand nicht möglich ist, für die Hundertel Secunden einzustehen. Kaisers Arbeit ist für Julius Schmidt in Athen Veranlassung gewesen zur Zusammenstellung seiner eigenen, 1843 in Hamburg begonnenen Untersuchungen über denselben Gegenstand. Aus den vorläufigen Mittheilungen, die er veröffentlicht hat*), sei hier nur die von ihm berechnete Rotationsdauer von

24 St. 37 Min. 22,603 Sec.

erwähnt.

Den Durchmesser des Mars findet Kaiser aus seinen eigenen und den Bessel'schen Beobachtungen in der Entfernung 1 = 9″43;
damit stimmt ziemlich überein der Werth 9″ 403 ± 0″ 059, welchen R. Engelmann aus seinen am Meridiankreis der Leipziger Sternwarte während der Opposition des Planeten im J. 1873 angestellten Beobachtungen abgeleitet hat**).

Jupiter. — Beobachtungen über die Oberfläche dieses Planeten sind in großer Zahl in Bothkamp angestellt worden und es enthält das II. Heft der Bothkamper Beob. außer einer genauen Beschreibung derselben auch 60 Abbildungen des Planeten aus den Jahren 1871 und 72. Dr. Lohse hat dem noch allgemeine Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Jupiter-Atmosphäre beigefügt, aus denen das Wesentlichste hier Platz finden mag.

*) Astron. Nachrichten, No. 1965.
**) das. No. 1966

Zunächst wird darauf aufmerksam gemacht, daß die Aequatorialzone des Jupiter nicht zu allen Zeiten die röthliche Färbung gehabt hat, die man in den Jahren 1870 und 1871 vielfach beobachtet hat. Zwar hat John Browning, als er neuerlich auf diese Färbung aufmerksam machte, von den englischen Astronomen vielfach Widerspruch erfahren; allein schon Schroeter hat fast ein Jahrhundert vor Browning bemerkt, wie die ganze Fläche zwischen den beiden mittleren Streifen, da wo eigentlich sonst das meiste Licht zurückgeworfen wurde, ihre lichte Farbe verlor und eine braungelblich-gräuliche Färbung annahm. Auch haben noch andere ältere Beobachter diese zeitweilige röthlich-gelbe oder bräunliche Färbung des Aequatorialzone des Jupiter beobachtet, so Landmarschall von Hahn zu Remplin 1791 und Gruithuisen 1838 und 1839.

Lohse sucht diese röthliche Färbung durch die Anwesenheit von Wasserdampf in der Jupiter-Atmosphäre zu erklären. Aehnlich wie beim Abendroth, verliert das Sonnenlicht, welches in diese Atmosphäre eindringt und dort reflectirt wird, seine blauen Strahlen theilweise und erscheint roth. Es dürfen aber alsdann an den betreffenden Stellen keine wolkenartigen Verdichtungen vorhanden sein, die das Sonnenlicht reflectiren könnten, ehe es durch genügend dichte Schichten wasserdampfhaltiger Atmosphäre durchgedrungen ist. Die röthlich erscheinenden Stellen würden also als Aufheiterungen in der Wolkendecke des Jupiter zu betrachten sein. In der That konnte Lohse beobachten, daß, sobald die hellen Wolken in der äquatorailen Zone sich vermehren, die röthliche Färbung an den scheinbar wolkenlosen Stellen bleicher wird, und auf die Anwesenheit von Wasserdampf in der Atmosphäre des Jupiter deuten gewisse, von Vogel im Spectrum dieses Planeten beobachtete Absorptionsstreifen, die man auch im Spectrum der untergehenden Sonne wahrnimmt und welche nach Janssen zumeist dem Wasserdampf zuzuschreiben sind.

Ueber die Farbenänderung in der Aequatorialzone des Jupiter hat auch R. A. Proctor in Cambridge vor kurzem seine Ansichten auseinander gesetzt*), die freilich wesentlich von denen des Bothkamper Astronomen abweichen. Proctor ist nämlich der

*) The popular Science Review, Oct. 1873.

Ansicht, daß die Annahme eine Gleichartigkeit der physikalischen Zustände des Jupiter mit denen der Erde durchaus aufgegeben werden müsse, wenn man nicht überhaupt auf eine naturgemäße Erklärung der Erscheinungen verzichten wolle, die uns Jupiter zeigt.

Proctor glaubt ins Besondere eine bedeutende Temperaturverschiedenheit beider Himmelskörper annehmen zu müssen. Die hellen Streifen der Aequatorialzone hält er mit der Mehrzahl der Astronomen für dichte, massige Wolken, die, wie unsere Cumuli, das Licht sehr intensiv reflectiren. Wenn sie irgendwie analog unseren Wolken sein sollen, so muß man ihnen bei ihrer außerordentlichen Flächenausdehnung eine Dicke zuschreiben, die mindestens den 6000sten Theil des Durchmessers des Planeten beträgt. Indem nun Proctor die Höhe der obersten Wolkenschichten zu nur 25 geogr. Meilen annimmt, und voraussetzt, daß hier der atmosphärische Druck ungefähr der gleiche sei, wie in der irdischen Wolkenregion, sucht er den auf der Oberfläche des Jupiter lastenden Atmosphärendruck zu berechnen. Der Atmosphärendruck verdoppelt sich aber bei uns, wenn man sich der Erdoberfläche um etwa $^7/_8$ geogr. Meilen nähert. Da nun die Schwerkraft auf dem Jupiter $2^1/_2$ mal so stark wirkt, als auf der Erde, so beträgt jene Entfernung dort nur 0,35 geogr. Meilen, eine Zahl, die in 25 Meilen etwa 71 mal enthalten ist. Giebt man ferner den irdischen Wolken eine Höhe von $2 . ^7/_8 = 1^3/_4$ geogr. Meilen, und nimmt man den Druck in der Wolkenschicht zur Einheit, so ist der atmosphärische Druck an der Erdoberfläche gleich 2^2. Der atmosphärische Druck an der Jupiteroberfläche dagegen ist 2^{71} und also 2^{69} oder 590,3 Trillionen mal so groß als an der Erdoberfläche. Unter diesem Drucke könnte kein Stoff in Gasform bestehen.

Die hohe Temperatur des Jupiter soll dann sein geringes specifisches Gewicht erklären. Auch die großartigen Wolkenbewegungen, trotz verminderter Sonnenwirkung im Vergleich zur Erde, finden in hohen Temperaturen ihre Erklärung, die in den unteren Regionen fortwährend Dämpfe erzeugen, welche in der Höhe wieder condensirt werden. Die röthliche Färbung der Aequatoiralzone glaubt Proctor einer mehrjährigen Störung in dem Zusammenhange des Wolkengürtels und einem Durchschimmern des glühenden, vielleicht feurig flüssigen Planetenkörpers zuschreiben zu müssen.

Wir wenden uns nach dieser Abschweifung wieder zu den Bothkamper Beobachtungen, und zwar zur Untersuchung der Streifen, welche man auf dem Jupiter wahrnimmt. Die beständige Veränderlichkeit dieser Streifen, ihrer Anzahl, Gestalt, Vertheilung und Farbe nach, ist schon längst aufgefallen und bereits Gruithuisen*) hat den Versuch gemacht, durch Zusammenstellung älterer und neuerer Beobachtungen zu constatiren, ob der Cyclus dieser Veränderungen sich regelmäßig wiederhole. Indessen war das Material zu lückenhaft und erst seit dem Aufschwunge, den neuerdings die physische Astronomie, namentlich in England, genommen, ist Hoffnung vorhanden, daß durch andauernde Beobachtungen mit vorzüglichen Fernröhren diese Frage der Entscheidung näher gebracht wird. Von großem Interesse sind jedenfalls in dieser Hinsicht die Mittheilungen über Beobachtungen des Jupiter, welche A. C. Ranyard veröffentlicht hat**) und welche einen Zusammenhang zwischen gewissen Erscheinungen in der Jupiter-Atmosphäre und der Häufigkeit der Sonnenflecken andeuten. Es ergiebt sich nämlich aus den zum größten Theile englischen Beobachtungen, welche Ranyard citirt, daß in den letzten Jahrzehnten das Auftreten gefärbter Streifen am Jupiter und die Bildung von hellen eiförmigen Flecken in seiner Aequatorialzone, die dieser letzteren Aehnlichkeit mit dem Körper eines Kriegsschiffes giebt, zusammenfallen mit den Epochen größter Häufigkeit der Sonnenflecke. Lohse hat nun aus den veröffentlichten Beobachtungen von Schröter, Landmarschall von Hahn, Fritsch, Gruithuisen u. A., sowie aus den noch unveröffentlichten Beobachtungen von Galle, J. Schmidt und Huggins weitere Belege für dieses Gesetz zusammengetragen und dasselbe fast allgemein bestätigt gefunden. „Trotzdem," fügte er vorsichtig hinzu, „wird es kaum statthaft sein, den Zusammenhang, welcher zwischen den Erscheinungen in der Sonnen- und Jupiter-Atmosphäre zu bestehen scheint, als erwiesen zu betrachten, bevor nicht eine neue Reihe zukünftiger Beobachtungen des Planeten, speciell zu dem Zwecke angestellt, die vorläufigen Vermuthungen zur Gewißheit erhebt." Sollte sich aber herausstellen, „daß diese

---

*) Fr. P. Gruithuisen, Astron. Jahrb. f. phys. und naturhistor. Himmelsforscher. 1839. S. 80.
**) Monthly Not. Vol. 31, p. 34, 224.

Erscheinungen am Jupiter, die in größeren Aufhellungen der Atmosphäre und Bildung von abgerundeten Wolkenpartien ihren Grund haben, auch in Zukunft mit den Erscheinungen in der Sonnenatmosphäre gleichen Schritt halten, so dürfte es keinem Zweifel unterliegen, daß auch die Atmosphäre anderer Planeten, einschließlich der unserer Erde, diesen großartigen Oscillationen folgen."

In dieser Hinsicht macht Lohse noch auf den von Hermann J. Klein*) ausgesprochenen Satz aufmerksam, daß sich in der Häufigkeit der Cirruswolken, die schon seit langer Zeit mit den Nordlichterscheinungen in Verbindung gebracht worden sind, eine elfjährige Periode kund giebt, deren Maxima und Minima auf die Jahre größter und geringster Häufigkeit der Sonnenflecken fallen. Aus den von Dr. Grothe in Köln erhaltenen Häufigkeitszahlen der Cirrus-Gebilde hat Prof. R. Wolf in Zürich berechnet,**) daß in Köln jährlich

$$95,2 + 0,637 \, . \, r$$

mal Cirrus-Gebilde gesehen werden, wenn r die dem betreffenden Jahre zukommende Sonnenflecken-Relativzahl bezeichnet. Seiner Ansicht nach ist damit „ein genügender Beweis geliefert, daß die von Hermann Klein ausgesprochene Behauptung, es zeige sich in der Häufigkeit der Cirrus-Wolken eine analoge Periodicität, wie bei den Sonnenflecken, berechtigt ist, — respective, daß die Cirrus-Wolken mit den sich im Nordlicht gipfelnden magnetischen Störungen in innigem Zusammenhange stehen."

Merkwürdig ist es auch, daß schon Bond in einer Beschreibung des Jupiter aus dem Jahre 1848 auf die Aehnlichkeit der Gebilde der Jupiter-Atmosphäre mit Cirrus-Wolken aufmerksam macht, und ebenso sagt Lohse bei Mittheilung einer Beobachtung des Jupiter vom 11. Nov. 1871: „Es schien, als wenn die ganze Scheibe sammt ihren Streifen mit außerordentlich vielen zarten Cirrus-Streifen bedeckt sei."

Weiter hat Lohse Untersuchungen über die rotatorische Bewegung in verschiedenen Breiten des Planeten angestellt. Es ergab sich dabei, „daß im Allgemeinen in den mittleren Breiten des Planeten eine größere Stabilität in den

---

*) Zeitschr. d. österr. Gesellsch. f. Meteorologie. Jahrg. 1872. No. 13
**) Wolf, Astronom Mittheil. No. 30.

oberen Schichten der Atmosphäre stattfindet, als in der Nähe des Aequators, wo die Geschwindigkeit der rotirenden Massen in der Regel durch Winde vergrößert wird." Doch fand Lohse auch die schon von Schröter gemachte Wahrnehmung bestätigt, daß von Zeit zu Zeit auch Ostwinde dem Rotationsschwunge entgegenwehen. Schon Schröter hat die Ursache, welche die Massen in der Jupiter-Atmosphäre im Sinne der Rotation beschleunigt, mit den Passatwinden unserer Erde verglichen; wenn er aber darauf aufmerksam macht, daß der beständig zwischen den Wendekreisen unserer Erde wehende Wind nicht wie im Jupiter ein West-, sondern ein dem Rotationsschwunge entgegenwehender Ostwind ist, so macht Lohse mit Recht auf das Irrige dieses Einwandes aufmerksam und findet gerade in ihm die beste Stütze dafür, daß auf dem Jupiter Passatströmungen stattfinden. Denn wir sehen nur die Vorgänge in den oberen Schichten der Atmosphäre des Jupiter, und wenn der untere Passat der Rotation entgegen weht, so muß der obere im Sinne der Rotation gerichtet sein. Uebrigens ist es merkwürdig, daß die Eigenbewegungen, welche man an verschiedenen Gebilden auf dem Jupiter wahrgenommen, eine fast rein äquatoriale Richtung besitzen; die polarwärts wirkende Componente, die zu jedem oberen Passatwinde gehört, scheint nur Formveränderungen hervorzubringen. Bei der ungefähr 25 mal geringeren Wärme-Wirkung auf dem Jupiter wird freilich auch das Abfließen der Luftmassen vom Aequator nach dem Pole hin mit weit geringerer Geschwindigkeit erfolgen, als auf der Erde, und die in Richtung des Meridianes wirkende Componente des Passates wird daher auf dem Jupiter weit kleiner sein als auf der Erde. Daß die scheinbar zum Aequator parallelen Streifen auf dem Jupiter in der That öfters eine geringe, wahrscheinlich durch meridionale Strömungen verursachte Neigung gegen den Aequator besitzen, hat Lohse durch Messungen an dem am deutlichsten hervortretenden Nordstreifen in 22° 6 jovigraph. Breite nachgewiesen. Es ergab sich dabei während der Zeit vom 1. October bis 19. Nov. 1871 eine sehr unveränderliche Lage des Streifens in einer gegen den Aequator schwach geneigten Ebene. Dagegen führten die Beobachtungen vom 2. März bis 11. April 1872 zu dem Ergebnisse, daß der Streifen nicht in einer Ebene gelegen haben kann, sondern geknickt gewesen sein muß.

Ueber die Rotationsdauer des Jupiter selbst hat auch Julius Schmidt in Athen Untersuchungen veröffentlicht.*) Aus der Berechnung der Beobachtungen, die er in älterer und neuerer Zeit an Flecken des Jupiter angestellt hat, ergiebt sich, daß sowohl dunkle als helle Flecken, auch wenn sie demselben Streifen angehören, verschiedene Werthe für die Umdrehung ergeben, weil eben diese Flecken eine Eigenbewegung besitzen. Nur bei einem isolirten Flecken auf der nördlichen Jupiter-hemisphäre, den Schmidt vom 15. Mai bis 7. Juli 1862 verfolgte, zeigte sich keine Eigenbewegung, und die aus diesen Beobachtungen abgeleitete Rotationsdauer kommt derjenigen sehr nahe, die Mädler aus den Beobachtungen eines Flecken mit merklicher Bewegung berechnet hat. Schmidt giebt folgende Zusammenstellung der seither berechneten Werthe der Rotationsdauer:

Minima

Cassini	1692 . . .	9	St.	50	M.	—	S.	
Herschel	1779 . . .	9	„	50	„	48	„	
Schmidt	1865 . . .	9	„	51	„	05	„	
„	1865 . . .	9	„	51	„	18	„	
„	1865 . . .	9	„	52	„	08	„	

Maxima

Cassini	1665 . . .	9	St.	56	M.	—	S.	
Maraldi	1713 . . .	9	„	56	„	—	„	
Sylvabelle	1773 . . .	9	„	56	„	—	„	
Herschel	1778 . . .	9	„	54	„	40	„	
Schröter	1785 . . .	9	„	56	„	56	„	
„	1786 . . .	9	„	55	„	18	„	
Airy	1834 . . .	9	„	55	„	24,2	S.	
Mädler	1834 . . .	9	„	55	„	26,53	± 0,17	S.
Schmidt	1862 . . .	9	„	55	„	25,70	± 0,05	S.
„	1873 . . .	9	„	56	„	07,2	S.	

Aus dem Schmidt'schen Rotationswerthe 9 St. 55 M. 25,7 S. ergiebt sich die Geschwindigkeit eines Punktes des Aequators für die Secunde

$$g = 40\,211 \text{ Par. Fuß},$$

wenn man den Durchmesser mit Mädler = 20018 Meilen annimmt. Bedeutet dann g' den entsprechenden Werth für die

*) Astron. Nachr. No. 1793.

aus den Beobachtungen eines andern Flecken abgeleitete Rotationsdauer, so drückt $g'-g$ die Bewegung des Flecken in Richtung der Rotation aus, falls sich derselbe auf dem Aequator oder in dessen Nähe befindet. Diese eigenen Bewegungen fand Schmidt nicht so groß, als man mitunter glaubt. Die größten Werthe von 297 und 283 Fuß fand er im Jahre 1865, den kleinsten von 11 Fuß im Jahre 1862. In neun Fällen war die Eigenbewegung siebenmal positiv, also in Richtung der Rotation, und nur zweimal negativ, nämlich 1866 bei einem weißen Fleck im Nordstreifen —13 Fuß und 1873 bei einem dunkeln Fleck im Südstreifen —44 Fuß.

Für die Dimensionen des Jupiter hat Rudolf Engelmann*) aus den Doppelbildmikrometer-Messungen von Bessel, Beer, Mädler, Main, Johnson und Kaiser folgende Zahlen berechnet:

Polar-Durchmesser = 35″236 } für die mittlere
Aequatorial-Durchm. = 37″609 } Entfernung

$$\text{Abplattung} = \frac{1}{15.82}$$

Vogel und Lohse in Bothkamp**) finden aus ihren eigenen Beobachtungen vom 11., 18. und 19. Jan. 1872:

Polar-Durchmesser = 35″500 } für die mittlere
Aequatorial-Durchm. = 37″899 } Entfernung

$$\text{Abplattung} = \frac{1}{15.80}$$

Eine neue Bestimmung der Jupitermasse verdankt man A. Krüger in Helsingfors.***) Derselbe hat schon vor einer Reihe von Jahren seine Berechnungen der Bahn des Planetoiden Themis veröffentlicht und neuerdings diese Arbeiten weiter verfolgt. Besonders stark zeigen sich die Störungen des Jupiter, weil die Themis diesem Planeten sehr nahe kommt, nämlich am 9. Januar 1856 bis auf 1,494 und am 20. April 1866 bis auf 1,727 Erdbahnhalbmesser. Aus diesen Störungen hat nun Krüger den Werth

*) Ueber die Helligkeit der Jupitertrabanten. Leipzig, Engelmann. 1871. S. 41.
**) Bothkamper Beobachtungen II, S. 73.
***) Astron. Nachrichten, No. 1941.

$$\frac{1}{1047.538 \pm 0.192}$$

für die Jupitermasse abgeleitet, die Sonnenmasse = 1 gesetzt. Dieser Werth stimmt gut überein mit den beiden Werthen

$$\frac{1}{1047.879 \pm 0.235} \quad \text{und} \quad \frac{1}{1047.788 \pm 0.275},$$

von denen der erste von Bessel, der zweite aber von Axel Möller aus den Störungen des Faye'schen Kometen berechnet worden ist.

Die Jupitermonde. Wenn die Erde zwischen Jupiter und der Sonne steht, und also die Monde dieses Planeten uns ihre beleuchtete Seite zukehren, so sind dieselben bei ihrem Vorübergang vor dem Planeten schon in hinlänglich kräftigen Fernröhren sichtbar, da sie sich als heller leuchtende Körperchen von der matteren Scheibe ihres Hauptplaneten abheben. Merkwürdigerweise ist dies aber nicht immer der Fall und schon Cassini hat in der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts die Bemerkung gemacht, daß diese Monde bei manchen Vorübergängen unsichtbar sind. Ja es kommt vor, daß die Monde als dunkle Flecken auf der Jupiterscheibe erscheinen. Insbesondere hat Bond in Cambridge, Ver. St., im Jahre 1848, am 28. Januar und 11. März, mit dem großen Teleskop der dortigen Sternwarte den dritten Mond als einen scharf begrenzten, schwarzen Flecken gesehen. Am 18. desselben Monats trat dieser Mond als ein durch seine Helligkeit sich unterscheidender Fleck in die Jupiterscheibe ein; 20 Minuten später hatte er so an Helligkeit verloren, daß er kaum noch sichtbar war und nach einigen Minuten erschien ein vollkommen schwarzer Fleck an der Stelle, welcher nahezu 2½ Stunden sichtbar blieb. Derselbe Astronom hat auch den ersten und vierten Mond als dunkle Flecken auf der Jupiterscheibe beobachtet.

Eine ganz ähnliche Beobachtung hat am 1. April vor. J. John Tebbutt auf der Windsor-Sternwarte in Neu-Süd-Wales gemacht.*) Mit einem 4½zölligen Äquatorial bemerkte er um 7 Uhr 40½ Min. bei 265facher Vergrößerung den dritten Mond deutlich als einen hellen Fleck, als er eben in die

*) Astron. Nachrichten, No. 1986.

Scheibe getreten war; aber bald darauf war er nicht mehr von der Planetenscheibe zu unterscheiden. Bei Anwendung 180facher Vergrößerung wurde um 8 Uhr 15 1/2 Min. ein runder, sehr dunkler Fleck beobachtet, der seiner Position nach der dritte Mond sein mußte. Ein wenig weiter zurück war auch der erste Mond als ein heller Fleck sichtbar, der seinen Schatten auf die Scheibe des Planeten warf. Es war schwer zu entscheiden, ob dieser Schatten oder der dritte Mond eine schwärzere Farbe hatte. Der letztere bot während des ganzen Durchganges denselben Anblick. Ganz die gleiche Erscheinung wurde von Tebbutt auch am 8. April und 14. Mai vor. J. beobachtet, und Denning und Roberts sahen etwas Aehnliches beim vierten Monde am 26. März.

Es kommt also diese Verdunkelung bei allen Monden des Jupiter vor, mit Ausnahme, wie es scheint, des zweiten, gerade des kleinsten. Bisher hatte man keine andere Erklärung dafür, als die Annahme, daß die verschiedenen Seiten dieser Satelliten das Licht in verschiedenem Grade reflectiren. Wenn dann der Körper uns seine nicht reflectirende Seite zukehrt, so muß er dunkel erscheinen. Aber nach den Tebbutt'schen Beobachtungen bot eine und dieselbe Seite des dritten Satelliten erst den Anblick eines hellleuchtenden und dann eines schwarzen Körpers. Er hat deshalb Steven Alexander in Princeton eine andere Erklärung jener räthselhaften Verdunkelung der Jupitersatelliten versucht.**) Er betrachtet dieselbe nämlich als „das Ergebniß der Absorption und Interferenz der Lichtschwingungen, in einem Maßstabe, wie nur die Astronomie ihn bietet.“ Das Licht, welches vom Rande des Jupiter zurückgeworfen wird, ist in Folge seines zweimaligen Durchganges durch eine dicke Atmosphärenschicht jedenfalls beträchtlich geschwächt, ähnlich wie das vom Satelliten zurückgeworfene. Nicht das Gleiche gilt von den Strahlen, welche von den mehr nach der Mitte zu gelegenen Theilen des Jupiter zu uns kommen; da sie mehr oder minder senkrecht durch die Atmosphäre gehen, so sind ihre Schwingungen intensiver als bei den von dem Satelliten kommenden Strahlen, und da zugleich diese Strahlen eine etwas

*) Monthly Not. Vol. 34, No. 2. Dec. 1873, p. 73, 74.

**) Astron. Nachrichten, No. 1986. Vergl. dagegen Flammarion in den Comptes rendus, 1874 mai 4, p. 1295.

andere Richtung haben als die vom Satelliten zurückgeworfenen, so glaubt Alexander die Bedingungen gegeben für eine Absorption und Interferenz, welche eine verhältnißmäßige Dunkelheit oder Schwärze zur Folge hat, wie solche uns das Spectroskop kennen gelehrt hat. Diese Verdunkelung wird stärker werden in dem Maße, wie der Mond sich der Mitte nähert und wird darüber hinaus, ja unter Umständen bis zum Austritt dauern, wenn dieser an einer hinlänglich hellen Stelle des Jupiter erfolgt. Tebbutt hält es für wahrscheinlich, daß die drei Monde, welche die Verdunkelung zeigen, wenigstens auf der betreffenden Seite der Oberfläche, eine niedrigere Temperatur haben, als die Jupitersoberfläche oder die Atmosphäre desselben. Auch ist er der Ansicht, daß diese Seite des Satelliten keine Atmosphäre besitzt.

Die Uranusmonde. — Ueber die Zahl der Monde, die den Uranus umkreisen, haben schon sehr verschiedene Ansichten geherrscht. William Herschel hat zuerst am 11. Januar 1786 zwei entdeckt und durch neunmonatliche Beobachtung ihre Umlaufszeit ermittelt. In den Jahren 1790 bis 1794 entdeckte er dann noch mehrere Trabanten, doch gelang es bei keinem derselben eine Umlaufszeit zu berechnen oder auch nur die Entdeckung sicher zu stellen. Nichts desto weniger war John Herschel geneigt, die Existenz von sechs Monden anzunehmen und auch A. v. Humboldt hat im III. Bde. des Kosmos dieser Ansicht beigepflichtet. Aber Lassell hat mit seinem großen Reflector auf Malta 1851 nur vier Uranusmonde zu erkennen vermocht, die er Ariel, Umbriel, Titania und Oberon nennt, und hat die Ueberzeugung ausgesprochen, daß noch andere Satelliten des Uranus nicht existiren. Für die Entfernungen dieser Körper vom Hauptplaneten und ihre Umlaufszeiten um denselben kennt man folgende Werthe:

	Abstand in Uranushalbmessern	Umlaufszeit
Ariel	7,44	2 Tg. 12 1/2 Std.
Umbriel	10,37	4 " 3 1/2 "
Titania	17,37	8 " 17 "
Oberon	23,18	13 " 11 "

Titania und Oberon sind die von Herschel zuerst gesehenen Monde. Es sind ein Paar verhältnißmäßig leicht erkennbare

Objecte. Aber die beiden kleineren Monde sind nur äußerst schwierig zu erkennen und vielfach hat man ihre Existenz in Zweifel gezogen. Neuerdings haben aber dem Bericht der „New-York Tribune" zufolge Newcomb und E. L. Holden mit dem neuen großen Teleskop der Sternwarte in Washington alle vier Monde beobachtet*) und Messungen vorgenommen. Doch ist zu erwähnen, daß schon 1869—70 mit dem Reflector in Melbourne alle vier Monde in verschiedenen Nächten beobachtet worden sind.

Die Kometen des Jahres 1873.

Im Jahre 1873 sind sieben Kometen beobachtet worden.

Komet I ist identisch mit dem am 3. April 1867 von Tempel, damals in Marseille, entdeckten (s. Jahrg. IV dieses Jahrb. S. 4), welcher eine Umlaufszeit von etwas über $5^2/_3$ Jahren besitzt. Um die Auffindung bei seiner vorjährigen Rückkehr zum Perihel zu erleichtern, hatte Dr. Hugo Seeliger eine mit Berücksichtigung der Jupiterstörungen berechnete Ephemeride veröffentlicht, mit deren Hilfe Stephan in Marseille die Wiederauffindung in der Nacht des 3. April gelang. Er war äußerst lichtschwach und daher nur schwer zu sehen; so hat ihn z. B. Schmidt in Athen seit den ersten Tagen des April vergeblich gesucht und erst am 12. Juni gelang es ihm mit Hilfe einer inzwischen von Hind veröffentlichten Ephemeride, den Kometen als ganz kleinen matten Nebel, ganz nahe beim Sterne ψ im Schlangenträger zu erkennen.

Die von Hind aus den Marseiller Beobachtungen vom 3. April und 31. Mai und den Twickenhamer vom 22. Mai berechneten Elemente sind folgende:

Zeit des Perihels . . .	T =	1873 Mai 9. 74218 m. Greenw. Z.	
Länge = = . . .	π =	238° 1′ 6″0	mittl. Aequ. 1873.0
= = aufst. Knotens .	☊ =	78 43 18 9	
Neigung der Bahn . . .	i =	9 43 49 1	
Excentricität	e =	0.46182	
gr. Halbachse	a =	3.29139	
mittl. tägl. Beweg. . .	μ =	594″1099.	

Winnecke hat im Jahre 1867, bald nach Entdeckung der periodischen Natur dieses Kometen, die Vermuthung ausge-

*) Nature, No. 226, Vol. 9, Febr. 24, 1874, p. 332.

sprochen, daß derselbe identisch sei mit einem von Goldschmidt beim Suchen nach De Vico's Komet am 16. Mai 1855 gesehenen Objecte. Indessen ist E. von Asten in Pulkowa durch eine genauere Untersuchung zu dem Resultate gelangt, daß es nicht den geringsten Zweifel unterliegt, daß das von Goldschmidt gesehene Object, nicht der Tempel'sche Komet von 1867 und ebensowenig der Komet II 1873 gewesen ist.

Dieser Komet II, am 3. Juli von Tempel auf der Sternwarte Brera bei Mailand entdeckt, gehört ebenfalls zu den periodischen Kometen mit kurzer Umlaufszeit. Hind hat aus den Beobachtungen zu Mailand am 3., Leipzig am 21. und Twickenham am 31. Juli folgende elliptische Elemente abgeleitet:

$$T = 1873 \text{ Juni } 25.71623 \text{ m. Greenw. Zeit}$$

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 307^\circ \; 5' \; 9'' \\ \Omega &= 121 \; 43 \; 46 \\ i &= 13 \; 6 \; 13 \end{aligned}\right\} \text{mittl. Aequ. Aug. 0}$$

$$e = 0.59358$$
$$a = 3.42043$$
$$\mu = 580''611;$$

demnach würde die Umlaufzeit 6,11 Jahre betragen.

Bei der Entdeckung war der Komet sehr schwach, „wie ein feiner lichter Schein.“ Als aber Tempel nach ein paar Tagen trüben Wetters am 6. Juli früh wieder eine Beobachtung machen konnte, erschien er bei reiner Luft auffallend hell und klar, später wurden mehrere Kerne wahrgenommen. Auch am 2. October sah Tempel den Kometen noch ziemlich groß, aber sehr verwaschen und schwach.

Komet III wurde am 21. August von Borrelly in Marseille entdeckt. Er bildete einen anfangs 2, später 3 Minuten Durchmesser haltenden kreisrunden Nebel mit ziemlich hellem Kern und wurde bis in den September beobachtet.

Weiß in Wien hat folgende parabolische Elemente berechnet.

$$T = \text{Sept. } 10.83097$$
$$\pi = 64^\circ \; 26' \; 18''4$$
$$\Omega = 230 \; 38 \; 16.4$$
$$i = 96 \; 0 \; 10.0$$
$$q = 0.79443$$

Wolf und Rayet in Paris haben den Kometen spectroskopisch untersucht und zwei Spectra gefunden, ein continuirliches, vom

Gelb bis gegen das Violett hin reichend und zum Theil wohl von reflectirtem Sonnenlicht herrührend, und ein aus zwei leuchtenden Banden bestehendes. Von diesen Banden lag die hellere im Grün, die andere, etwa halb so helle aber im Blau; beide waren scharf begrenzt nach dem Roth hin, hatten aber auf der anderen Seite verwaschene Ränder.

In Bothkamp gelang es nur ein einziges Mal, den Kometen mit dem Spectroskop zu prüfen, nämlich am ersten September früh, und zwar nahe am Horizonte, also in ungünstiger Stellung. Auch blieb es nur wenige Minuten klar, daher Messungen nicht vorgenommen werden konnten. Vogel erkannte drei lichte Bänder im Gelb, Grün und Blau, deren relative Helligkeit er durch die Zahlen 3, 7 und 2 angiebt. Alle drei waren nach dem Violett hin verwaschen, doch erschienen auch die nach dem Roth liegenden Ränder nicht scharf.

Komet IV von Paul und Prosper Henry in Paris am 23. August entdeckt, war ein glänzendes, fast mit bloßem Auge sichtbares Object von rundlicher Form. Anfangs war kein Schweif erkennbar, aber schon nach einigen Tagen ließ sich ein solcher erkennen und erreichte bald eine Größe von mehreren Graden. Nach Tempel's Beobachtungen fing derselbe nicht dicht am Kopfe an, sondern war durch einen Zwischenraum von mehreren Minuten davon getrennt. Am 3. September sah Tempel ein Aufflackern im Schweife; „in dem schmalen Theile war es, als gingen Lichtwogen auf und ab, und das breite diffuse Ende des Schweifes schien aus lauter parallelen lichten Linien, ebenfalls wogenartig heller und schwächer werdend, zu bestehen." Da der Komet am 21. Sept. mit der Sonne in Conjunction trat, so konnte er vorläufig nicht länger verfolgt werden.

Nach seinem Durchgange durch das Perihel wurde der Henry'sche Komet am 28. November von Palisa in Pola als ein schwacher Nebel wieder aufgefunden und mit Benutzung dieser Beobachtung hat Weiß in Wien folgende Elemente desselben berechnet:

T = Oct. 1. 80022 mittl. Berl. Zeit

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 50^\circ\ 38'\ 18''5 \\ \Omega &= 176\ 43\ 14.3 \\ i &= 1\ 21\ 2\ 58.8 \end{aligned}\right\}\text{ mittl. Aequ. 1873.0}$$

q = 0.384855

Rayet und André fanden in der Nacht vom 26. zum 27. August drei helle Linien im Spectrum desselben, eine im Gelb, eine im Grün bei b, die dritte im Blau bei F. Die grüne war sehr hell, die beiden andern hatten geringere, ungefähr gleiche Helligkeit. Ein continuirliches Spectrum war damals nicht wahrnehmbar. Der Komet hatte etwa 6 Minuten Durchmesser mit lebhafter centraler Verdichtung, ein Schweif war nicht vorhanden. Als in der Nacht vom 29. zum 30. Aug. der Durchmesser bis fast 8 Min. angewachsen war und auch ein von der Sonne abgewandter, etwa 47° gegen die Richtung der Bewegung geneigter Schweif auftrat, zeigte sich auch ein continuirliches Spectrum.

Ziemlich ausführliche spectroskopische Beobachtungen hat Vogel veröffentlicht. Am 3. September, wo der Komet sehr hell mit starker kernartiger Verdichtung gegen die Mitte hin, 5 bis 6 Min. Durchmesser haltend, mit schmalem Schweife von 0, 8 Grad Länge erschien, wurden im Spectroskop drei, nach dem Roth hin ganz scharf begrenzte Streifen beobachtet. „Bei dem Mittelstreifen nahm die Helligkeit allmälig von der scharfen Begrenzungslinie nach dem Violett hin ab, wogegen bei dem am wenigsten brechbaren Streifen die größte Intensität etwas mehr nach der Mitte der Bande gelegen war; das Gleiche, doch in schwächerem Maße, konnte auch bei der dritten Bande, im Blau, beobachtet werden." Die Intensitäten dieser drei Streifen drückt Vogel durch die Zahlen 1, 3, 1 aus und giebt für die Wellenlängen derselben in Milliontel-Millimetern folgende Zahlen: 559 hellste Stelle des ersten Bandes, 516 Anfang und 500 Ende des zweiten, 469 hellste Stelle des dritten Bandes. Später wurden noch am 6. September (bei Mondschein) und am 11. Beobachtungen angestellt. Die Lage des hellsten Streifens wurden durch Vergleich mit dem Magnesiumspectrum bestimmt: zwischen zwei Magnesiumspitzen, die in einiger Entfernung vom Spalte des Spectroskopes im Innern des Fernrohres angebracht waren, schlug der elektrische Funken über, so daß gleichzeitig das Funken- und das Kometen-Spectrum sichtbar war.

Von Interesse ist noch Vogels Vergleichung des Kometenspectrums mit dem Spectrum des Kohlenstoffes (nach Watt's Index of Spectra) und des Benzin (nach den Bothkamper Beob. I, S. 63):

Komet		Kohlenstoff		Benzin	
561,5	Anf. der 1. Bande	562,2 558,2 553,4 549,5 546,3 544,0 542,5	helle Linien, die Zwischenräume durch zahlreiche feinere helle Linien ausgefüllt, die dichter nach dem Roth zu stehen.	563,2	Anf. der 1. Bande
541	Ende der 1. Bande				
516,9	Anf. der 2. Bande	517,0 513,9 510,0 508,2	helle Linien, wie vorige Gruppe	516,4	Anf. der 2. Bande
514 511	helle Linien im Spectr. des Kernes				
500	Ende der 2. Bande				
472,6	Anf. der 3. Bande	473,4 471,0 468,9 467,5 467,0	helle Linien	474,2 471,2	Anf. der 3. Bande hellste Stelle der 3. Bande
464	Ende der 3. Bande				

Komet V ist der schon bekannte Brorsen'sche von 5½ Jahren Umlaufszeit, dessen letzter Periheldurchgang im V. Bde. dieses Jahrb. (S. 4) erwähnt worden ist. Dieser Komet von 5½ Jahren Umlaufszeit geht abwechselnd im Frühjahr und im Herbst durch sein Perihel; doch konnte er seit seiner ersten Entdeckung durch Brorsen in Kiel, am 26. Februar 1846, immer nur im Frühjahr beobachtet werden. Um ihn nun bei seiner vorjährigen Wiederkunft zum Perihel im Herbste auffinden zu können, haben Dr. L. R. Schulze in Döbeln (Sachsen) und W. E. Plummer auf Bishop's Observatorium in Twickenham Ephemeriden berechnet, und mit Hilfe der Plummer'schen Ephemeride gelang es in der That Stephan in Marseille, den Kometen in der Nacht vom 31. Aug. zum 1. Sept. als ein äußerst schwaches Object zu erkennen, worauf er auch anderwärts beobachtet worden ist.

Komet VI, von Stephan in der Nacht vom 3. zum

4. September als ein außerordentlich schwaches Object, sehr klein, aber mit einem centralen Kerne, entdeckt, ist ebenfalls ein bereits bekannter Komet, nämlich der Faye'sche von 7 1/2 Jahren Umlaufszeit (vgl. Jahrg. II dieses Jahrb. S. 11).

Komet VII wurde am Abende des 10. Novembers von Coggia in Marseille entdeckt, konnte aber nur einige Minuten gesehen werden, da er unterging. Am folgenden Abende wurde er mit dem Aequatoriale beobachtet. An demselben Abende, 11. November, entdeckte ihn auch Winnecke in Straßburg, ohne von der Beobachtung in Marseille Kenntniß zu haben. Es war dies die erste Entdeckung auf der provisorischen Sternwarte der straßburger Universität. Rümker, der ihn 12. bis 14. November in Hamburg beobachtete, fand ihn etwa 4 bis 5 Minuten groß, rund und sehr verwaschen, in Folge seines granulirten Ansehens nur schwer zu beobachten.

Weiß in Wien, sowie Edwill und Hind haben auf die große Aehnlichkeit seiner Bahn mit derjenigen des Kometen aufmerksam gemacht, der von Pons am 23. Februar 1818 entdeckt und in Marseille vom 23—27. Februar beobachtet wurde. Zum Vergleich geben wir hier die Weiß'schen Elemente des vorjährigen und die von Pogson berechneten des Pons'schen Kometen.

Komet VII 1873.

T = 1873 Dec. 1,25618 m. Berl. Zt.
π = 85° 43′ 12″3 }
☊ = 250 19 50″3 } mittl. Aeq. 1873.0
i = 30 1 27″8 }
q = 0.73448

Komet I 1818.

T = 1818 Febr. 7,4609
π = 95° 7′
☊ = 250 4
i = 20 2,4
q = 0.7333

Bewegung direct.

Weitere Untersuchungen haben Weiß zu der Ueberzeugung gebracht, daß an der vermutheten Identität der beiden Kometen nicht zu zweifeln ist. Doch bleibt unentschieden, ob der Komet seit 1818 im vorigen Jahre zum ersten Male zum Perihel

zurückgekehrt ist, oder ob er dasselbe inzwischen unbemerkt passirt hat. Bei Berechnung der Ephemeride stellte sich heraus, daß in dem Zeitraume vom 11. Nov. bis 28. Dec., in welchem der Komet einen geocentrischen Bogen von 81° 4 durchläuft und der Erde immer verhältnißmäßig nahe bleibt, der Character der Bahn sich so wenig ausspricht, daß es ziemlich gleichgültig erscheint, ob man die Bahn als eine Parabel oder als eine Ellipse von 7 Jahren Umlaufszeit betrachtet.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteoriten.

Meteorsteinfall von Affile. Ueber diesen Meteoritenfall, der schon im vorigen Jahrgange dieses Jahrb. S. 20 Erwähnung gefunden, hat P. Ferrari, Assistent an der Sternwarte des Collegium Romanum eine besondere Schrift veröffentlicht.*) In früherer Zeit sind in der Gegend von Rom Meteorsteine niedergefallen ums Jahr 89, 176, 205, 343 und 654 n. Chr. Das Meteor am 31. Aug. 1872 zersprang über Orvinio in etwa 100 Meter Höhe, und zahlreiche kleine Stücke fielen zu Boden. Eines streifte einen Hirten, der in Ohnmacht fiel und nachher dem Chirurg Prof. Valentini den Vorgang berichtete. Nach einer Angabe des Provinzial-Ingenieurs Angelo Alvarez de Castro in Subiaco soll ein anderer Stein eine Hütte bei Affile in Brand gesteckt haben. Ferrari berichtet blos von vier aufgefundenen Bruchstücken, ein späterer Bericht vom 5. Sept. 1873 von Pilipp Keller in Rom kennt deren 6 im Gesammtgewicht vom 3396 Gramm; das größte Fragment wiegt allein 1242,5 Gr. Im Allgemeinen gleichen sie den bei Pultusk gefallenen Steinen, ihr specif. Gew. ist (nach Ferrari) 3,731.

Ueber das Spectrum der Sternschnuppen hat Nicolaus von Konkoly in O Gyalla, Ungarn, einige Untersuchungen veröffentlicht.

Derselbe beobachtete am 25. Juli 1873 mit einem Browning'schen Meteor-Spectroskop drei Sternschnuppen und fand bei

*) Ricerche fisico-astronomiche intorno al uranolito cadutto nell' agro romano il 31 di Agosto 1872. Heis Wochenschr. für Astronomie ꝛc. 1873, No. 29 u. 30. — Vergl. auch „der Meteorsteinfall von Orvinio im Aug. 1872" von Ph. Keller in Poggend. Ann. Bd. 150 S. 171.

zweien übereinstimmend ein continuirliches Spectrum im Kern, im Schweif dagegen nur die Natriumlinie, aber sehr hell; bei der dritten dagegen, die überhaupt eine grüne Farbe hatte, war noch im Grün, etwa bei 1650 der Kirchhof'schen Scala, ein nicht sehr helles, aber doch genau wahrnehmbares Band vorhanden.

Am Abende des 13. October beobachtete derselbe Astronom den 15 bis 20 Minuten breiten Rest eines schönen Meteorschweifes etwa 11 Minuten lang. Mit einem Browning'schen Meteorspectroskop wurden anfangs Natrium und Magnesium erkannt; da aber noch einige lichte Bänder sichtbar waren, so wurde die Beobachtung des noch hinlänglich lichtstarken Objectes mittels eines an den Refractor geschraubten Browning'schen Sternspectroskopes mit 5 Prismen à vision directe fortgesetzt. Von den erwähnten Lichtbändern waren zwei im Roth und zwei im Grün; sie wurden mit den Spectren verschiedener Geißler-schen Röhren verglichen und fanden sich in Uebereinstimmung mit dem Spectrum einer Röhre, welche verdünntes Leuchtgas enthielt. Der Meteorschweif blieb übrigens außerordentlich lange sichtbar; seine letzten Spuren verschwanden erst 25 Minuten nachdem Konkoly von seinem Diener die Meldung erhalten hatte, „es sei ein langer Stern am Himmel."

In dieselbe Classe von Erscheinungen wie die Meteoriten gehört wahrscheinlich auch der kosmische Staub, welcher mit atmosphärischen Niederschlägen zur Erde herabfällt.*) Als in den ersten Decembertagen 1871 in Stockholm und Umgegend ein ungewöhnlich reicher Schneefall sich einstellte, untersuchte A. E. Nordenskiöld den Schnee auf seine Reinheit. Zu dem Zwecke ließ er ein Cubikmeter Schnee aus der letzten Zeit des Schneefalls, wo man also die Luft als staubfrei voraussetzen konnte, einschmelzen. Wider Erwarten erhielt er einen geringen Rückstand, bestehend aus einem schwarzen Kohlenpulver, welches beim Erhitzen im Kolben flüssige Destillationsproducte, beim Verbrennen reichliche rothbraune Asche gab, und welches außerdem mit dem Magnet ausziehbare Partikeln enthielt, die beim Reiben in einem Achatmörser sich als metallischer Natur erwiesen und nach der Auflösung in Säuren mit gewöhnlichen Reagention die Reactionen des Eisens zeigten.

*) Poggend. Ann. Bd. 151, S. 154.

Da der Verdacht vorlag, daß diese Massen aus den Schornsteinen und von den eisernen Dächern Stockholms herstammen könnten, so forderte Nordenskiöld seinen Bruder Karl N., der damals im Forstinstitute bei Evoia in Finnland, inmitten eines großen Forstes wohnte, zur Anstellung des gleichen Versuches auf. Dieser machte auch einen Schmelzversuch mit Schnee vom Eise des Rautajerwi, und erhielt einen Rückstand von gleicher Beschaffenheit, wie der in Stockholm gewonnene.

Körner von metallischem Eisen, gleich denen, die aus dem Schnee durch Schmelzen abgeschieden wurden, wurden auch auf einer von Wald umgebenen Wiese bei Stockholm an der Oberfläche des Schnees gesammelt.

Nordenskiöld behielt diesen Gegenstand während der Nordpolarexpedition 1872 im Auge und es gelang ihm auch, seine Versuche mehrfach mit günstigem Erfolge zu wiederholen, obwol der dazu benutzte Schnee fern von menschlichen Wohnungen gesammelt war.

Eine erste Gelegenheit bot sich gleich im Anfange der Expedition bei den Versuchen, von den Norsköer an der Nordwestecke Spitzbergens durch dicht gehäufte Treibeismassen nach der Perry-Insel zu gelangen. Am 8. Aug. wurde das Fahrzeug in der Nähe von 80° n. Br. und 13° östl. Länge von Greenwich auf einige Stunden in der Mitte größerer, sicher aus höheren Breitengraden herabgetriebener Treibeisfelder verteunt. Bei der nähren Untersuchung fand sich der Schnee auf einem solchen Treibeisfelde dicht bestreut mit kleinen schwarzen Partikeln, die theils auf der Oberfläche selbst lagen, theils in ein einige Zoll tiefer gelegenes, in eine körnige Eismasse verwandeltes Schneelager eingesprengt waren, theils sich auf dem Boden kleiner, verticaler, cylindrischer Löcher fanden, mit denen die Schneefläche überall versehen war. Beim Einsammeln beinahe schwarz, wurde dieser Staub nach dem Trocknen grau. Er enthielt reichlich magnetische Partikel, welche beim Reiben in einem Achatmörser graue Metallblättchen gaben, die aus Kupfervitriol metallisches Kupfer absonderten.

Am 2. September wurde ein anderes Eisfeld in 80° n. Br. und 15° östl. L. untersucht. Die Oberfläche desselben zeigte zu oberst eine 50 Millim. dicke Lage losen, neugefallenen Schnees, dann folgte eine 8 Millim. dicke Lage von verhärtetem alten

Schnee und zu unterst eine 30 Millim. dicke Schicht Schnee, der in eine krystallinisch-körnige Masse verwandelt war. Diese letzte Lage enthielt wieder die schon bekannten schwarzen Körner, und zwar schätzt Nordenskiöld die Menge der magnetischen Partikeln auf 0,1 bis 1 Milligramm auf das Quadratmeter.

Es gelang, mehrere Milligramm dieses Stoffes zu sammeln, die dann nach der Rückkehr qualitativ untersucht wurden, wobei sich außer metallischem Eisen, auch Phosphor und Kobalt als Bestandtheile ergaben; Nordenskiöld hält auch einen Gehalt an Nickel für wahrscheinlich. Außerdem enthielt die Masse auch noch einen feinen kantigen ungefärbten Grus, der von Salzsäure nicht gelöst wurde, und in welchem Fragmente von Diatomaceen zu unterscheiden waren.

Dieser auf dem Polareise im Norden von Spitzbergen gesammelte Staub hat große Aehnlichkeit mit dem merkwürdigen Staube, sogenanntem Kryokonit, den Nordenskiöld 1870 auf dem Binneneise Grönlands, sowohl am Saume, als auch 30 engl. Meilen von der Küste entfernt und etwa 700 Meter überm Meere, fand. Dieser Kryokonit kommt hauptsächlich auf dem Boden von oben offenen, mit Wasser gefüllten Löchern auf der Oberfläche des Eises vor und bildet eine bisweilen mehrere Millim. dicke Lage eines grauen Pulvers, oft geballt zu kleinen, lose zusammenhängenden Massen. Bedeutende Mengen dieses Pulvers werden oft in die Ströme herabgespült, welche die Gletscheroberfläche nach allen Richtungen durchkreuzen. Die Beschaffenheit der Oertlichkeit schließt den Gedanken aus, daß diese Massen von benachbarten Berghöhen herabgeschwemmt sein könnten; ebensowenig kann es von den unteren Bodenschichten herstammen.

Die Hauptmasse dieses Pulvers, das außerdem eine ziemliche Menge von organischen Stoffen enthält, besteht, wie man unterm Mikroskop erkennt, aus farblosen, krystallinischen, kantigen, durchsichtigen Körnern, unter denen man einige wenige gelbe, weniger durchsichtige Stücke bemerken kann, dem Anscheine nach mit deutlichen Spaltungsflächen (Feldspath?), grünen Krystallfragmenten (Augit?) und schwarzen undurchsichtigen Partikeln, die von Magnet angezogen werden. G. Lindström fand in dem Kryokonit 62,25 Proc. Kieselsäure, 14,93 Thonerde, 4,64 Eisenoxydul, 5,09 Kalkerde, 3,00 Talkerde, 2,02 Kali,

4,01 Natron, 2,86 Wasser und organische Substanz, sowie geringere Mengen von Eisenoxyd, Manganoxydul, Phosphorsäure und Chlor; sein spec. Gewicht beträgt 2,63.

Nordenskiöld führt mehrfache Gründe gegen die Vermuthung an, daß dieser Staub entweder aus der littoralen Gneisregion oder aus der Basaltregion Grönlands stammt, und kommt dadurch zu dem Schlusse, daß dieses Sandmineral entweder von Island, Jan Mayen oder den unbekannten vulkanischen Gegenden Inner-Grönlands stammt, oder daß es kosmischen Ursprunges ist. Den kosmischen Ursprung glaubt er wenigstens für die am Magnet haftenden Gemengtheile annehmen zu dürfen. Denn dieselben gaben beim Reiben im Achatmörser graue Metallpartikeln, welche aus Kupfervitriol metallisches Kupfer absonderten, und bei sorgfältiger Prüfung einer größeren Menge von Material ergab sich eine völlig sichere Reaction auf Kobalt (smalteblaue Boraxperle) und Kupfer, sowie eine starke Andeutung von Nickel.

Mit Ammoniak läßt sich außerdem aus dem Kryokonit eine humusartige organische Substanz ausziehen, welche große Aehnlichkeit mit dem organischen Stoffe zeigt, welcher bei Auflösung des Ovifakeisens in Säuren zurückbleibt.

Auch beim Schmelzen von etwa 500 Grm. Hagel, der in Stockholm im Herbste 1873 fiel, fand Nordenskiöld kleine schwarze Körner, welche im Mörser kleine Eisenblättchen lieferten.

Auf Grund aller dieser Untersuchungen glaubt nun der schwedische Gelehrte, daß geringe Mengen eines kosmischen Staubes, welcher metallisches Eisen, Kobalt, Nickel, Phosphorsäure und einen kohlenähnlichen organischen Stoff enthält, mit atmosphärischen Niederschlägen auf die Erdoberfläche fallen. Er glaubt, daß man auch bei vorurtheilsfreier Prüfung der Berichte über Ruß-, Blut- und Schwefelregen ꝛc. die Richtigkeit der Ansicht Chladni's anerkennen muß, daß diese Erscheinungen auf dem Herabfallen einer größeren Menge eines kosmischen Stoffes beruhten, der vielleicht gleich gewesen dem bei Hessle mit den Meteorsteinen beobachteten, d. h. bestehend *als unverbrannt* aus einem schwarzen kohlenhaltigen Stoffe, gemischt mit Meteorgrus und metallischen Partikeln, aber *nach der Verbrennung in der Luft vor dem Herabfallen* ein braunrothes mit Eisenoxyd gefärbtes Pulver bildend."

Die Sonne.

Sonnenflecken. — Der Zusammenhang zwischen der magnetischen Variation und der Häufigkeit der Sonnenflecken hat durch eine jüngst veröffentlichte Arbeit von R. Wolf in Zürich eine neue Bestätigung erhalten. In No. 34 seiner „Astronomischen Mittheilungen", die in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich veröffentlicht sind, hat er die verschiedenen vorhandenen Variationsreihen zu einer einheitlichen Reihe zu vereinigen gesucht. Dabei hat sich denn herausgestellt, „daß auch in älterer Zeit und zumal zur Zeit der scheinbaren Unregelmäßigkeit des Sonnenflecken-Phänomens der Gang in den Variationen demjenigen der Häufigkeit der Sonnenflecken beständig parallel blieb, daß also von diesen beiden Erscheinungen die eine ein vollkommenes Spiegelbild der anderen ist."

Die ersten Stadien der Entstehung eines Sonnenfleckes sind von Dr. O. Lohse am 26. September in Bothkamp beobachtet worden,*) und zwar bildete sich der Fleck in der Nähe des Sonnenrandes, wo die Niveauänderungen der Gasmassen durch die prismatische Farbenzerstreuung wahrgenommen werden konnten. Als der genannte Astronom am Vormittage des erwähnten Tages 3/4 10 Uhr mit der Zeichnung zweier eintretenden Flecken beschäftigt war, bemerkte er, daß der dem Sonnenrande zunächst liegende auf seiner vorangehenden Seite von einer auffallend glänzenden Fackelgruppe begleitet war. Mehrere langgestreckte helle Partien, von denen sich funkelnde Körner abhoben, zogen sich parallel dem Sonnenrande hin. Auf diese Stelle nun wurde das Spectroskop gerichtet, so daß bei radialer Spaltstellung der Sonnenrand, der Absorptionsstreifen des Fleckes und der Theil der Sonnenfläche, wo sich die Fackelgruppe befand, gleichzeitig zu übersehen waren. Anfangs war nichts auffälliges wahrzunehmen, die Chromosphäre erhob sich kaum über das gewöhnliche Niveau. Um 10 Uhr aber wurde die dunkle Linie F vom Sonnenrande an bis 21"

*) Astron. Nachrichten No. 1961.

in die Sonnenscheibe hinein — 12° eines größten Kreises auf der Sonne entsprechend — plötzlich ganz matt, kaum noch erkennbar, während die umliegenden Metalllinien ungeschwächt bis zum Sonnenrande zu verfolgen waren. Auch zeigte sich die genannte Linie beiderseits mit einem hellen Saume umgeben, der besonders nach dem rothen Ende zu breit, leuchtend und mit knotigen Erweiterungen versehen war. Dieser Saum hatte seine größte Lichtentwickelung an der Stelle der Fackelgruppe; die Erscheinung erstreckte sich über den Sonnenfleck hinweg bis an den Sonnenrand, wo sie sich an die nach außen etwas divergirende Chromosphärenlinie anschloß. Aus der Helligkeit und Verbreiterung der F-Linie glaubt Lohse den Schluß ziehen zu dürfen, „daß der Ort, wo sich die Fackelgruppe befand, der Herd einer sehr heftigen Wasserstofferuption war." Uebrigens erfolgte das Aufleuchten in Zwischenzeiten besonders stark; so war es 27 Minuten nach 10 Uhr nicht nur bei F, sondern auch an der Linie C wahrnehmbar, die Chromosphärenlinie D_3 erschien gleichzeitig vom Sonnenrande bis an den Fleck heran hell.

25 Min. nach Mittag war der Saum an F verschwunden, auch nahm die Linie selbst nach dem Rande hin nicht mehr an Intensität ab, aber die pfeilförmig auf ihr sitzende helle Chromosphärenlinie zeigte eine auffallende Verbreiterung und nach dem Roth hin ein abgelöstes Stück. Am nächsten Morgen 9 Uhr war an Stelle der Fackelgruppe ein Conglomerat dunkler und weniger dunkler Partien sichtbar, und am darauffolgenden Tage früh 8 Uhr erblickte man einen vollständigen Fleck mit Kern und Penumbra.

Bei spectroskopischer Untersuchung der Sonnenflecken stellt sich als charakteristisch für die Kernflecken eine Verbreiterung verschiedener dunkeler Linien heraus, während zugleich auch helle Linien auftreten. In den „Bothkamper Beob." II, S. 40—47, sind eine große Anzahl von Sonnenfleckenbeobachtungen verzeichnet. Bei starker Zerstreuung fand Vogel einzelne der verdickten dunkeln Kernlinien einseitig verwaschen, auch gelang es ihm im Spectrum des Fleckes Linien zu erkennen, die sich im Sonnenspectrum nicht fanden. „Da man nicht annehmen kann, daß die Flecken andere Stoffe enthalten, als die in den nächstliegenden Theilen der Sonne vorhandenen, ließe sich die

einseitige Verbreiterung einiger Linien, besonders aber das Auftreten neuer Linien dahin deuten, daß die Temperatur über den Flecken soweit herabgesetzt wäre, daß einige von den Elementar-Stoffen vorübergehend chemische Verbindungen einzugehen im Stande sein konnten, und derartige elektive Absorptionen hervorbrächten. Es ist dies eine Ansicht, die auch kürzlich von Young mit dem Bemerken ausgesprochen wurde, daß nach den Beobachtungen Schusters vorzugsweise die Spectra nicht elementarer Stoffe durch derartige einseitig verschwommene Linien charakterisirt sind."

Protuberanzen. Eine neue Methode der Beobachtung der Chromosphäre haben J. N. Lockyer und G. M. Seabroke in Anwendung gebracht.*) Am Ocularende des Beleuchtungsfernrohres ist ein Diaphragma angebracht, welches in der Mitte eine kreisförmige Kupferscheibe trägt, die von einem ringförmigen Spalt umgeben ist, wie Fig. 1 andeutet. Auf diese Scheibe fällt das Bild des Sonnenkörpers, und zwar kann man mittels einer vor dem Diaphragma stehenden Convexlinse die Convergenz der Lichtstrahlen so reguliren, daß das Sonnenbild genau diese Scheibe erfüllt, während die Strahlen der Chromosphäre durch den ringförmigen Spalt gehen. Diese Strahlen werden dann durch ein eignes Linsensystem zu einem Bilde vereinigt, das in der Ebene liegt, wo sich gewöhnlich der Spalt des Spectroskopes befindet. Indem man nun dieses Bild durch ein System breiter Prismen betrachtet, erhält man — den verschiedenen Linien der Chromosphäre entsprechend — verschieden gefärbte Bilder der Protuberanzen, die rings um den Rand der Sonne gleichzeitig sichtbar sind. Diese Bilder können durch eine Loupe betrachtet oder auch photographirt werden. In der Sitzung der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften in London am 9. Jan. 1873

Fig. 1.



*) Philos. Mag. Vol. 45, Fourth Series. Jan.—June 1873, p. 222. — Nature, 20. Febr. 1873 (No. 173), p. 313.

wurden mehrere auf diese Weise erhaltene Photographien der Chromosphäre vorgelegt. Die beistehenden Figuren 2 und 3 sind Copien davon.

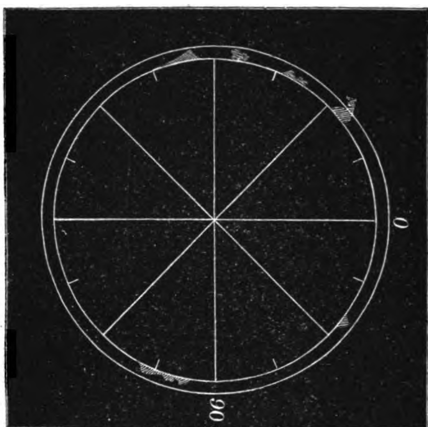


Fig. 2.
1872, Dec. 6, 11 Uhr 30 Min.

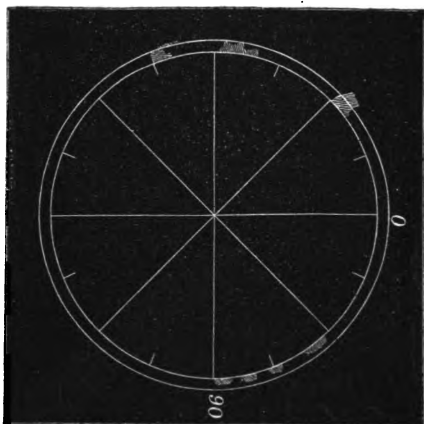


Fig. 3.
1872, Dec. 7, 11 Uhr 30 Min.

Uebrigens gestehen die beiden Beobachter, daß die instrumentelle Anordnung des Verfahrens noch zu wünschen übrig läßt. Die ganze Idee, das Licht der Sonnenscheibe abzublenden,

ist auch von Anderen, namentlich von Zöllner und Wenlock in Betracht gezogen, aber immer wieder bei Seite gelegt worden.

Was die Neigung der Protuberanzen anlangt, welche wie Secchi hervorgehoben hat (Jahrg. VIII. dieses Jahrb., S. 51) auf eine in den oberen Schichten der Sonnenatmosphäre bestehende Strömung nach dem Pole hindeutet, so findet sich diese Ansicht auch durch die Bothkamper Beobachtungen bestätigt. Im II. Heft dieser Beobachtungen sind 61 Protuberanzen beschrieben; von diesen hatten 31 eine ausgesprochene Neigung gegen den Sonnenrand, und zwar 18 im Sinne einer Strömung nach dem Pole hin. Die Erhebung über den Sonnenrand betrug bei 33 Protuberanzen mehr als 30″, bei 4 mehr als 60″ und bei 2 mehr als 90″.

Die Wellenlänge der Protuberanzlinie D_3 hat Vogel gleich

587,471 Milliontel Millim.

gefunden.

Sporer in Anclam hat neuerdings wieder Beobachtungen von Sonnenflecken und Protuberanzen aus dem Jahre 1872 veröffentlicht,*) welche ihm die schon im Jahre 1871 entwickelten Sätze bestätigen, „daß die Fackelflächen dieselben Stellen sind, wo flammige Protuberanzen auftreten, oder wo bei niedrigeren Spitzen die sogenannte „flammige Chromosphäre" vorkommt; ferner daß diese Protuberanzen in den meisten Fällen mit den Flecken in Beziehung stehen, daß sie viel bedeutender sind vor und bei Entstehung der Fleckengruppen als später; und endlich wurden auch manche Fälle durch Rechnung gefunden, wo die Flecke genau an demselben Orte später entstanden, wo vorher beträchtliche flammige Protuberanzen beobachtet waren."

Wegen des hervortretenden Glanzes der Fackelflächen hält es Sporer für unzweifelhaft, „daß die Fackeln als die heißeren Stellen der Oberfläche zu betrachten sind. Daraus folgt 1) daß über ihnen aufsteigende Luftströmungen eintreten müssen, 2) daß von allen Seiten nach diesen heißeren Stellen die Luft zuströmen muß. Wenn die aufsteigenden Strömungen zu kälteren Luftschichten gelangen, so müssen Abkühlungsproducte gebildet

*) Astron. Nachrichten No. 1974.

werden; es müssen also dunkle Wolken entstehen. Die seitlichen Zuströmungen bewirken eine größere Verdichtung, so daß die Wolke für uns sichtbar wird." Die beträchtlichen Ortsveränderungen in den Theilen einer neu gebildeten Fleckengruppe glaubt Spoerer nicht blos durch die Mannigfaltigkeit der innerhalb der Gruppe herrschenden Stürme, sondern auch durch verschiedene Höhe der Theile und allmäliges Herabsinken derselben erklären zu müssen.

Die Zuströmungen auf der unteren Seite der Flecken entziehen sich indessen unserer Wahrnehmung, was bei der Vergleichung der Bildung der Sonnenflecke mit den Erscheinungen unserer irdischen Wirbelstürme, welche namentlich Reye versucht hat, wohl zu beachten ist. „Vor Beginn der Fleckenbildung besteht," nach Spoerer, „kein Grund, weshalb nicht zugleich mit der Zuströmung in den unteren Schichten auch eine gleichgerichtete in den angrenzenden höheren Schichten stattfinden sollte" und in der That führt Spoerer ein paar Beispiele für solche Zuströmungen an. So sandten am 10. Januar 1872 zwei Protuberanzen am Ostrande, die nur eine mäßige Höhe erreichten, obere Arme weithin einander entgegen. Nach der Bildung der Flecke aber müssen nach Spoerers Darstellung abwärts gerichtete Strömungen eintreten. „Die Temperaturverminderung oberhalb einer Wolke, welche nach den Spectralbeobachtungen sehr beträchtlich sein muß, veranlaßt ein Niedersinken höherer Luftschichten, und kann dadurch wechselseitig Vergrößerung der Wolkenbildung und Verstärkung der abwärts gerichteten Strömungen bewirkt werden. Die absteigenden Strömungen müssen an den Wolken einen seitlichen Ausweg suchen und bei vollständiger Regelmäßigkeit nach allen Seiten hin divergiren, dadurch aber benachbarten Protuberanzen eine vom Fleck abgewandte Richtung ertheilen." Spoerer führt auch verschiedene Fälle solcher von den Flecken abgewandten Richtungen der Protuberanzen an und sieht darin „den Beweis für die Existenz der abwärts gerichteten Strömungen, nachdem anderweitig die Fleckenbildung eingeleitet worden." Daran knüpft er dann noch die weitere Erwägung: „wenn eine abwärts gerichtetete Strömung begonnen hat, werden andere weiter oberhalb befindliche Luftmassen zum Niederströmen veranlaßt, aber jedenfalls muß irgendwo in der Höhe eine Auflockerung ein-

treten und diese ist dann die Ursache seitlicher Zuströmungen." Einen Beleg hierfür bietet u. a. eine Fleckengruppe, die am 8. Februar von —20° bis —15° Breite genau am Rande beobachtet wurde. Südlich fanden sich niedere Protuberanzen mit abgewandter Richtung angrenzend; die nördlich angrenzenden sehr hohen Protuberanzen zeigten beim Aufsteigen ebenfalls ausgezeichnet die abgewandte Richtung, in beträchtlicher Höhe aber fand ein Umbiegen statt und weiter in größter Höhe senkrecht über der Gruppe befanden sich getrennte Gebilde, welche Zeugniß dafür gaben, daß in diesen Regionen die gewaltigsten Stürme herrschten. Dabei schien das höchste Gebilde einen von Süden kommenden Sturm anzudeuten.

Fixsterne.

Spectroskopische Arbeiten. — Gleich dem ersten enthält auch das zweite Heft der Bothkamper Beob. (S. 9—20) wieder eine Reihe von Beobachtungen der Spectra von Fixsternen. Eingehend untersucht und gemessen wurden die Spectra von α im Stier (Aldebaran), α im Orion (Beteigeuze) und β im Pegasus.

Im Spectrum des Aldebaran wurden im Ganzen 72 Linien bestimmt, und zwar 24 nur einmal, die übrigen aber zwei und mehrmal beobachtet. Von den 70 Linien, welche Miller und Huggins*) in dem Spectrum dieses Sternes beobachtet haben, stimmen 48 in befriedigendster Weise mit den von Vogel gemessenen überein; 16 Linien — davon 12 zwischen C und D — haben Miller und Huggins angegeben, die Vogel nicht beobachtet hat. Letzterer macht bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam, daß verschiedene Augen eine ziemlich verschiedene Empfindlichkeit für Linien in verschiedenen Theilen des Spectrums besitzen; so habe Dr. Lohse mit Leichtigkeit Linien im Roth messen können, die Vogel nur mit Mühe zu erkennen vermochte, während letzterer umgekehrt Linien im Blau und Violett sicher zu messen vermochte, die Lohse nicht mehr wahrnehmen konnte.

*) Ergebnisse der Spectral-Analyse in Anwendung auf die Himmelskörper, von W. Huggins. Uebersetzt und mit Zusätzen vermehrt von W. Klinkerfues. 3. Aufl. Leipzig, Quandt & Händel. 1873.

Uebrigens ergab sich eine große Wahrscheinlichkeit für die Anwesenheit von Wasserstoff, Natrium, Calcium Magnesium, Eisen, Wismuth, Antimon und Quecksilber auf dem Aldebaran.

Im Spectrum der Beteigeuze, welches schon im ersten Hefte der Bothkamper Beobachtungen behandelt worden ist, hat Dr. Vogel bei seinen neuen Beobachtungen hauptsächlich die für dieses Spectrum charakteristischen Banden, ihre Lage und den Grad ihrer relativen Dunkelheit möglichst genau zu bestimmen gesucht. Von den 87 Linien, die er im Ganzen beobachtet hat, stimmen 70 mit von Miller und Huggins gemessenen überein; letztere haben überhaupt 78 Linien bestimmt.

Von irdischen Stoffen wurden Wasserstoff, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen und Wismuth erkannt, doch Wasserstoff nur unsicher, da nur eine Linie ($H\beta$) genau gemessen werden konnte.

Secchi hat früher auf eine Bande aufmerksam gemacht, deren Begrenzung nach dem Violett bei 560 Milliontel Millim. Wellenlänge liegt und die sich in den Messungen von Huggins und Miller vom Anfang 1864 nicht findet, während umgekehrt Secchi eine von den englischen Beobachtern verzeichnete Bande zwischen 579 und 572 nicht zu erkennen vermochte. In Folge dessen wiederholten Huggins und Miller ihre Beobachtungen und konnten den letzterwähnten Streifen im Februar 1866, als der Stern im Maximum seiner Helligkeit war, ebenfalls nicht wahrnehmen. Ueber die von Secchi beobachtete Bande wird nichts erwähnt, wohl aber auf eine Veränderlichkeit des Spectrums und deren Zusammenhang mit der Veränderlichkeit der Helligkeit und Farbe des Sternes geschlossen. Insbesondere wird hervorgehoben, daß die Anwesenheit oder Abwesenheit der fraglichen, ungefähr an der Grenze des Orange und Gelb liegenden Streifens, recht gut den von Baxendell beschriebenen Farbenwechsel zu erklären vermöge.

Vogel hat nun der Gegend des Spectrums, wo diese Veränderungen vermuthet worden sind, seine besondere Aufmerksamkeit zugewandt, hat aber immer beide Banden gesehen, auch zur Zeit des Maximums der Helligkeit des Sternes, wodurch die Veränderlichkeit des Spectrums mit der Helligkeit des Sternes wieder in Frage gestellt wird.

Das Spectrum von β Pegasi gleicht sehr dem von

α Orionis; es hat ebenfalls dunkle, nach dem violetten Ende an Intensität zunehmende Banden, welche auch im Bezug auf ihre Lage große Uebereinstimmung zeigen. Vogel hat 40 Linien, darunter 29 wiederholt beobachtet, Huggins und Miller konnten nur 17 messen. Mit „nicht geringer Wahrscheinlichkeit" ergab sich die Anwesenheit von Natrium, Calcium, Magnesium und Eisen; Wasserstoff wurde nicht wahrgenommen.

Im Spectrum des Pollux (β Geminorum) sind wie in dem des Arctur und Aldebaran eine überaus große Anzahl feiner Linien zu erkennen, die namentlich vor D und zwischen D und b so dicht stehen, daß sie bei schwacher Zerstreuung den Eindruck matter Streifen machen; auffallende Banden fehlen, wenigstens in dem brechbareren Theile des Spectrums, gänzlich. Wasserstoff, Natrium, Calcium, Magnesium und Eisen wurden „ziemlich sicher" nachgewiesen, Wismuth unsicher.

Antares (α im Scorpion) wurde nur spectroskopisch untersucht, doch ist der tiefe Stand des Sternes in unseren Breiten und die dadurch bedingte Unruhe der Bilder von ungünstigem Einflusse und genaue Messungen sind daher kaum zu erlangen. Das Spectrum ist durch eine Anzahl starker und schwacher dunkler Linien und mehrere dunkle Banden charakterisirt.

Beim Doppelstern β im Schwan wurden beide Componenten getrennt beobachtet. Im Spectrum des bläulichen Sternes waren mehrere Linien im Blau und drei matte Banden im Orange, Gelb und Grün zu beobachten, im Spectrum des röthlichen Sternes ist dieser Theil frei von Streifen und Banden, es sind aber einige Linien im Orange und Roth und zahlreiche dicht stehende Linien im Blau vorhanden. Ganz ähnlich sind die Beobachtungen von Huggins.

γ im Schwan zeigt ein Spectrum, das große Aehnlichkeit mit dem der Sonne besitzt. Im Spectrum von γ Cassiopeiae wurde die Sonnenlinie F, 486 Mill.-Mill. Wellenlänge nachgewiesen.

Im Spectrum von β Lyrae hat Vogel früher die helle Linie D_3 der Sonnenprotuberanzen und die Wasserstofflinien $H\beta$ und $H\gamma$ nachgewiesen (vergl. den vorig. Jahrg. dieses Jahrb. S. 39) und es sind diese Linien am 19. Sept. und 4. October 1871 nicht nur von Vogel, sondern auch von Anderen, die sich an den Beobachtungen betheiligten, „mit Leichtig-

keit" gesehen worden. Bei späteren, an sehr verschiedenen Abenden angestellten Beobachtungen ist es aber Vogel nie wieder gelungen, diese drei hellen Linien in ähnlicher Weise wahrzunehmen, und nach seinem Urtheil scheint es fast, „als ob die schwere Sichtbarkeit der Linien nicht lediglich durch ungünstige atmosphärische Zustände erklärt werden könne."

Spectroskopische Beobachtungen zur Ermittelung der Bewegung der Sterne, wie sie früher von Huggins angestellt worden, hat Vogel schon im Frühjahr 1871 am Sirius, Procyon und Capella ausgeführt. Dieselben gelangen in befriedigender Weise beim Sirius und Procyon, bei Capella blieb das Resultat zweifelhaft, doch schien eine Bewegung von unserer Erde weg angedeutet. Die früher veröffentlichten Resultate, nämlich beim Sirius 10 Meilen Geschwindigkeit von der Sonne ab und beim Procyon 13,8 Meilen Annäherung an die Sonne in der Secunde (vergl. Jahrg. VIII dieses Jahrb. S. 71) sind indeß zu groß, weil Vogel die ältere Angabe für die Lichtgeschwindigkeit der Rechnung zu Grunde gelegt hat; es ist dafür 9,4 und 13,0 Meilen zu setzen.

Vogel hat diese Beobachtungen seitdem fortgesetzt, und zwar am Athair (α im Adler), an der Wega (α in der Leier) und am Orionnebel.

Die Beobachtungsmethode ist schon früher beschrieben worden*): Im Innern des Fernrohres wird eine mit Wasserstoffgas gefüllte Geißler'sche Röhre so angebracht, daß ihre Längsachse auf der optischen Achse des Fernrohres senkrecht steht und letztere den schmalen Theil der Geißler'schen Röhre möglichst nahe in der Mitte trifft. Der Spalt des Spectroskopes wird senkrecht gegen die Längsrichtung der Röhre gestellt. Will man das Funkenspectrum irgend eines Metalles haben, so werden an die Stelle der Geißler'schen Röhre die in einiger Entfernung von einander stehenden Spitzen des betreffenden Metalles im Fernrohre angebracht, und zwar wieder so, daß die Verbindungslinie der Spitzen oder der Weg des Funkens senkrecht gegen die optische Achse steht. Dieselbe Methode hat auch neuerdings Huggins angewandt.

Was die Genauigkeit der Beobachtungen anlangt, so er-

*) Bothkamper Beob. I S. 33.

gaben die Untersuchungen von Vogel,*) daß bei 9facher Vergrößerung mittels Verschiebung der Linie F noch eine Geschwindigkeit des Sternes von 2,1 Meile in der Secunde, bei 24facher Vergrößerung aber eine solche von 0,8 Meilen zu erkennen war. Doch konnte eine so genaue Bestimmung wegen der Unruhe der Bilder und der Breite der F-Linie bei den untersuchten Sternen meist nicht stattfinden.

Bei *α* Lyrae (Wega) ergaben Beobachtungen vom 30. Sept., 5. und 6. Octbr. 1872 eine Annäherung an die Sonne von 11,24 geogr. Meilen in der Secunde = 57,7 engl. Meilen, was mit dem von Huggins gegebenen Resultate von 44—54 Meilen gut stimmt.

Bei *α* Aquilae (Athair) fand Vogel aus Beobachtungen vom 6. October 1872 eine Annäherung an die Sonne von 10,4 geogr. Meilen in der Secunde.

Beim Orionnebel, in dessen Spectrum man seither drei helle Linien kannte, bemerkte Vogel am 27. Januar 1873 eine Verschiedenheit der dritten Nebellinie von der entsprechenden Wasserstofflinie in der Geißler'schen Röhre, die eine von der Sonne abgewendete Geschwindigkeit des Nebels von 3,6 geogr. Meilen in der Secunde anzeigt.

Bei dieser Gelegenheit mag gleich bemerkt werden, daß Vogel am 25. Jan. 1873 noch eine vierte Linie im Spectrum des Orionnebels entdeckt hat; derselbe enthält also folgende Linien

	Wellenlänge in Milliontel Millim.	Relative Helligkeit
Linie 1	500,5	10
„ 2	495,7	5
„ 3	486,1	8
„ 4	434,0	1

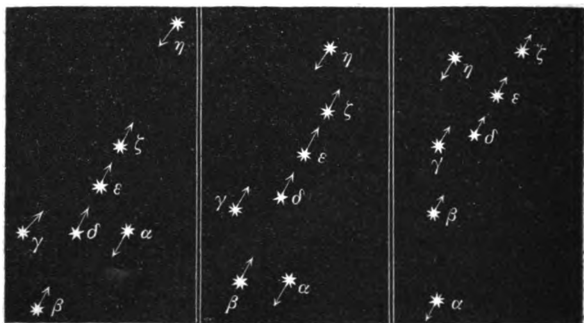
Die beiden letzten Linien gehören dem Wasserstoff an. Indessen hat schon im Jahre 1872 Huggins in einer Mittheilung an die Londoner Kgl. Gesellschaft auf diese vierte Linie oder *Hγ* im Orionnebel aufmerksam gemacht. Im Spectrum von *H*IV,18 = G. C. 4964 hat derselbe Beobachter diese Linie schon im Jahre 1864 wahrgenommen. Auch hat Cap. J. Herschel dieselbe Linie 1868 bereits mehrmals im Spectrum des

*) Astron. Nachrichten No. 1963.

Orionnebels gesehen, ohne ihre Natur zu erkennen. Es hat D'Arrest*) aus den in willkürlicher Scala gemachten Angaben desselben die Wellenlänge 434,3 für diese Linie berechnet.

Ueber die Eigenbewegung der Fixsterne hat Camille Flammarion im ersten Septemberheft 1873 der Revue scientifique interessante Mittheilungen veröffentlicht. Daß durch diese Bewegung die gegenseitige Lage der Sterne und dadurch die ganze Anordnung und Gestalt der Sternbilder im Laufe der Zeit eine andere wird, ist leicht einzusehen. Wie großartig diese Veränderungen sind, das geht aus den Ergebnissen der Untersuchung hervor, die der französische Astronom im Bezug auf die Bewegung der einzelnen Sterne des großen Bären angestellt hat. Dieses bekannte Sternbild besteht aus sieben Hauptsternen: α oder Dubhe, β Merack, γ Phegda, δ Megrez, ε Alioth, ζ Mizar und η Benetnasch. Sechs davon sind von zweiter Größe, der siebente aber, δ Megrez, ist von der dritten. Gegenwärtig stehen β, δ, ε und ζ ungefähr in gerader Linie und da ihre Eigenbewegung in Richtung dieser Geraden stattfindet, und zwar in demselben Sinne, so wird diese Stellung auch im Laufe der Zeit nicht wesentlich geändert. Der Stern

Fig. 4.



Das Sternbild des großen Bären
vor 10,000 Jahren gegenwärtig nach 10,000 Jahren.

*) Astron. Nachrichten No. 1969.

γ bewegt sich nach derselben Seite, nähert sich aber allmälig der Linie $\beta\delta$; die beiden letzten Sterne gehen in entgegengesetzter Richtung. Fig. 4 zeigt uns die Gestalt, welche das Sternbild jetzt besitzt, diejenige, welche es vor 10,000 Jahren besaß und die, welche es nach 10,000 Jahren besitzen wird.

Flammarion hat auch die Bewegung verschiedener Doppelsterne um einander einer Revision unterworfen, wobei er sich der graphischen Methode bedient hat. Es sind dies ξ im großen Bären, ζ im Hercules, η in der nördlichen Krone und γ in der Jungfrau.

Der Doppelstern ξ im großen Bären hat gegenwärtig die Position

Rectasc. 11 St. 11 Min. 17,7 Sec., Decl. +32° 15′ 25″

und besteht aus einem Sterne 4ter Größe von goldgelber und einem anderen 5ter Größe von aschgrauer Färbung. Die Entfernung dieser Sterne schwankt zwischen 0″9 und 3″1, im Mittel ist sie 2″. Im vorigen Winter erreichte sie ihren Minimalwerth. Um den scheinbaren Umlauf des kleineren Sternes um den größeren möglichst genau zu ermitteln, hat Flammarion die verschiedenen seit 1821 gemachten Beobachtungen zu Hilfe genommen, zur Berechnung der Umlaufszeit auch ältere Beobachtungen. Er ist dadurch auf folgende Elemente der scheinbaren Bahn gekommen*):

halbe große Achse . . .	2″45
Excentricität	0,823
scheinb. Aphel	1845, 5 in 116°5
„ Perihel	1873,4 „ 358°0
Umlaufszeit	60,60 Jahr.

Der Durchgang durch das wahre Perihel findet 1876,1 statt, der letzte fand 1815,5 statt, das letzte Aphel 1845,8 in 1350.

Der Doppelstern ζ im Hercules, dessen gegenwärtige Position

Rectasc. 16 St. 36 M. 30 S., Decl. +31° 50′3

ist, besteht aus einem gelben Stern 3ter und einem röthlichen 6ter Größe, deren Abstand im Mittel 1″065 beträgt, bis auf 0″59 herabgeht und 1″53 nie übersteigt. Wenn daher der

*) Comptes rendus, 1873, nov. 24, p. 1234.

kleine Stern in die Nähe seines Perihels kommt, so verschwindet er längere Zeit in der Strahlen des größeren, ein Umstand, den schon der ältere Herschel im Jahre 1795 *) bemerkte, indem er nur mit größter Mühe beide Sterne zu trennen vermochte. Es war das erste Beispiel einer Sternbedeckung durch einen Fixstern. Dieselbe Erscheinung wurde dann wieder beobachtet 1829 bis 1831 von W. Struve, der den Begleitstern in diesen Jahren nicht zu erkennen vermochte, dann 1864 von Otto Struve, Dawes, Dembowski u. A.

Die Umlaufszeit des Begleitsternes ist von Yvon Villarceau zu 36,357 Jahren, von Plummer zu 36,61 und von Fletcher zu 37,21 Jahren berechnet worden. Mit Benutzung neuerer Beobachtungen hat Flammarion die noch kleinere Umlaufszeit von 34,57 Jahren gefunden. Die letzten Periheldurchgänge haben 1864,35, ferner 1829,78 und 1795,21 stattgefunden. Merkwürdig bleibt es, daß W. Herschel im October 1795 beide Sterne beobachtet hat, da er doch nur eine Vergrößerung von 460 anwandte, während W. Struve 1829 und 1831 mit einer 800fachen und andere Astronomen mit noch stärkeren Vergrößerungen 1863 und 1864 die beiden Sterne nicht trennen konnten.

Die von Flammarion berechneten Elemente der scheinbaren Bahn sind folgende:

halbe große Achse	1″19
Excentriciät	0, 603
Position des scheinb. Perihels	298°
Durchgang durch das scheinb. Perihel . . .	1864, 35
Abstand im scheinb. Perihel	0″59
Umlaufszeit	34, 57 Jahre.

Der nächste Periheldurchgang findet im December 1898 statt.

Sobald der Abstand beider Sterne 0″66 oder weniger beträgt, verschwindet der kleinere und bleibt gegen 2 Jahre unsichtbar, worauf er zunächst wieder in Gestalt einer röthlichen Protuberanz des Hauptsternes sichtbar wird.

Merkwürdig ist es, daß J. Herschel und South in den Jahren 1821—23 mit Vergrößerungen von 303, 381 und selbst 578 den Begleitstern nicht zu erkennen vermochten, obwohl

*) Comptes rendus, 1874 février 2, p. 342.

die Entfernung beider Sterne damals 1″5 betrug. Möglicherweise ist der Begleiter veränderlich.

Der Doppelstern η in der nördlichen Krone, dessen gegenwärtiger Ort

Rectasc. 15. St. 17 M. 8 Sec., Decl. +30° 46′

ist, besteht aus einem Sterne 5,5ter und einem 6ter Größe, beide weiß, mit einem gelblichen Scheine, der namentlich bei dem größeren merklicher ist. Sir John Herschel hat eine Umlaufszeit von 44,24 Jahren, Mädler eine von 43,25 Jahren, Villarceau einmal eine von 42,50 und ein andermal eine von 66,26 Jahren, endlich Winnecke eine solche von 43 Jahren gefunden. Bei seiner neuen Bahnbestimmung fand Flammarion folgende Elemente*):

halbe große Achse	0″865
Excentricität	0,8615
scheinbarer Perihelburchgang . . .	1853, 95 in 287°
Entf. des scheinb. Perihels	0″364
mittl. jährliche Bewegung	8° 57′ 40″
Umlaufszeit	40, 47 Jahre;

der nächste Periheldurchgang findet im Februar 1894 statt. Wie man sieht, ist die Umlaufszeit von Flammarion um etwa 3 Jahre kürzer als die bisher angenommene.

Der Doppelstern γ in der Jungfrau,

Rectasc. 12 St. 35 Min., Decl. — 0° 44′,

besteht aus zwei Sternen 3. Größe. Flammarion gibt für die Bahn, welche nach seiner Untersuchung senkrecht auf der Gesichtslinie steht, folgende Elemente**):

halbe große Achse	3″385
Excentricität	0,8715
Periheldurchgang	1836,45 in 320°
Periheldistanz	0″46
Apheldistanz	6,31
mittl. jährliche Bewegung	— 2° 3′ 26″
Umlaufszeit	175 Jahre.

*) Comptes rendus, 1874 mars 2, p. 637.
**) Comptes rendus, 1874 avril 27, p. 1196.

II.

Physik und Meteorologie.

Statik und Dynamik.

[illegible]

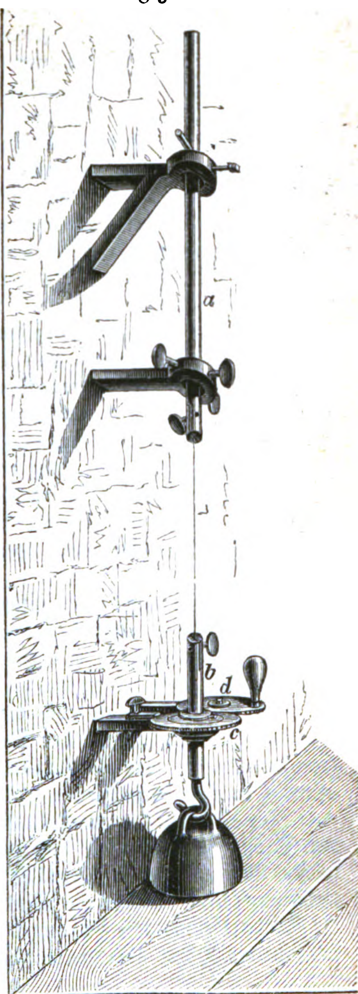
[illegible] der Torsion auf die absolute Festigkeit von Metalldrähten

[illegible] von [illegible] Kramm (in Cassel) Versuche angestellt worden, [illegible] zu erforschen, wie die Anzahl der Torsionen, [illegible] durch ein Gewicht gespannten Drähte zer[illegible] hängt von dem spannenden Gewicht, von der [illegible] des Stoffes und der Länge und Dicke der [illegible] wurden dazu Drähte von 0,3 bis 0,8 Millim. [illegible] geglühtem wie ungeglühtem Eisen und Kupfer [illegible] wurden [illegible] und unten in einem Eisen[illegible]; der obere [illegible] a war vertical befestigt, [illegible] in einem [illegible] verticalen Eisencylinder frei [illegible] durch ein [illegible] der c und d, von denen [illegible] Griff [illegible], eine beliebige Drehung [illegible] hatte außerdem eine ver[illegible] Hohlcylinder gesteckter Stift [illegible] Eisenstab, und damit auch [illegible] Draht, [illegible] der Drehung des Hohl[illegible]

[illegible] Marburg 1873.

cylinders theil zu nehmen, während er sich in verticaler Richtung frei bewegen konnte. Unten trug der Eisenstab einen Haken zum Anhängen von Gewichten. Nachdem ein Draht angespannt worden war, wurde ein Gewicht angehängt, und dann wurde so lange gedreht, bis der Draht riß. Dieses Reißen trat bei dünnen Drähten meist an einer der Klemmen, bei dickeren aber an anderen Stellen, nicht selten gerade in der Mitte ein.

Fig. 5.



Aus dem reichhaltigen Beobachtungsmaterial stellt sich nun rücksichtlich des Einflusses der Spannung während der Torsion bei Stahldrähten von derselben Länge das Gesetz heraus, daß die Anzahl der Torsionen, welche Zerreißen bewirkt, nahezu proportional ist der Differenz aus der absoluten Festigkeit und der Belastungen. Man erhält für einen und denselben Draht bei Anwendung verschiedener Belastung als Aequivalent für eine Torsion eine constante Anzahl von Kilogrammen, vorausgesetzt, daß die Belastungen weder allzu nahe an die absolute Festigkeit reichen, noch allzu weit davon entfernt sind. Eine genauere Feststellnng der Grenzen, innerhalb deren dieses Gesetz gilt, ist allerdings nicht gelungen.

Auch bei geglühten Eisendrähten bestätigt sich annähernd dasselbe Gesetz; Kupferdrähte und ungeglühte Eisendrähte lassen nur zum Theil eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der fraglichen Hinsicht erkennen. Die geringere Uebereinstimmung in den Resultaten dürfte wohl der größeren Unregelmäßigkeit des ganzen Gefüges bei den letzterwähnten Drähten zuzuschreiben sein.

Im Bezug auf die Abhängigkeit der Torsionszahl, welche dem Zerreißen entspricht, von der absoluten Festigkeit, ergab sich, daß für verschiedene Drahtsorten diese Zahl nicht proportional ist der absoluten Festigkeit. So lassen z. B. die weicheren Kupfer- und geglühten Eisendrähte, obwohl von geringerer absoluter Festigkeit, bei gleicher Belastung eine viel größere Anzahl von Torsionen zu, der absolute Werth für eine Torsion ist also bei ihnen viel geringer, als bei Stahl- und gezogenen Eisendrähten von gleicher Dicke.

Dagegen fand sich, wenigstens bei Stahldrähten, die zum Zerreißen nöthige Anzahl von Torsionen näherungsweise direct proportional der Länge des Drahtes. Bei weicheren Drähten wächst allerdings auch die Torsionszahl mit der Länge, aber nicht mehr ganz diesem Gesetze gemäß; bei der doppelten Länge ist die Torsionszahl nicht ganz das Doppelte der ursprünglichen. Dies hat wahrscheinlich seinen Grund in der bedeutenden Verlängerung, welche die Drähte während der Torsion erleiden, und welche eine bedeutende Verkleinerung ihres Querschnittes bewirkt.

Der Zusammenhang zwischen Torsionszahl und Dicke des Drahtes ließ sich nicht in einem einfachen Gesetz ausdrücken und der Autor hat sich deshalb mit der Mittheilung der numerischen Ergebnisse begnügt.

Es wurden endlich noch die bei den Versuchen auftretenden Schraubenwindungen auf der Oberfläche der Drähte, sowie die Verlängerungen und Verkürzungen und die Knickungsfiguren beim Zerreißen beobachtet.

Die Schraubenwindungen sind deutlich auf der Oberfläche der Drähte zu erkennen, doch waren sie nicht bei allen gleichmäßig über die ganze Oberfläche verbreitet. Bei mehreren der tordirten Drähte wurden die Windungen gezählt und es stimmte die Zahl derselben mit derjenigen der Torsionen überein. Hinsichtlich der Höhe aber waren die Schraubengänge verschieden;

an mehreren Drähten zeigte sich die Höhe weit geringer an den Stellen, wo das Zerreißen stattfand, als an den Einklemmungsstellen. Bei dünneren Drähten ließen sich die Windungen nur mit der Lupe erkennen; dagegen waren dieselben besonders deutlich bei weichen Eisen- und Kupferdrähten.

Unter gewissen Umständen tritt bei der Torsion eine Verkürzung ein; am auffallendsten zeigte sich eine solche bei Hanfseilen, welche während der Torsion mit 7,5 oder 10 Kilogr. belastet wurden. Auch ungeglühte Eisen- und Stahldrähte lassen dieselbe wahrnehmen. Kupferdrähte aber, so deutlich sie auch das schraubenförmige Gefüge nach der Torsion erkennen lassen, machen hiervon eine Ausnahme, indem sie eine bedeutende Verlängerung erfahren. Ein 5 Centim. langes Stück Kupferdraht von 0,82 Millim. Dicke zeigte z. B. bei 12,5 Kilogr. Belastung nach 70 Torsionen eine Verlängerung von mehr als 2 Centim. Noch auffälliger war die Verlängerung bei geglühten Eisendrähten.

Beim Reißen nehmen die Drähte, namentlich wenn sie dünn sind, in der Nähe der Befestigungsstelle bleibend eine eigenthümliche, mehr oder weniger gekrümmte oder eckige Gestalt an. Bei starken Drähten sind die Biegungen nur ganz schwach, bei sehr dünnen aber findet man stark gewölbte Bogen an den eckigen Einbiegungen. Während diese Figuren beim Zerreißen in Folge zu starker Belastung eben sind, erhält man bei Anwendung der Torsion schraubenförmig gewundene Curven. Weber, der diese Knickungsfiguren an Metallsaiten bei seinen Untersuchungen mit dem Monochord beobachtet hat, erklärt sie dadurch, „daß die Saite an der Stelle, wo sie reißt, nicht im ganzen Querschnitt zugleich reißt, sondern daß die Theile der Saite an irgend einer Seite derselben sich von einander zu trennen anfangen und daß dies Losreißen der einzelnen Längsfasern sich allmälig bis auf die gegenüberliegende Seite des Umringes der Saite fortsetzt.“ Indessen hat Kramm die Wahrnehmung gemacht, daß diese eigenthümlichen Ausbiegungen auch dann auftreten, wenn der Draht nicht reißt, sondern aus der Klemme ausgleitet. Diese Thatsache steht der Weber'schen Erklärung entgegen und es macht die ganze Erscheinung den Eindruck, „als hätte man es hier mit einer momentanen Wellenbewegung zu thun, die im Momente des Reißens oder des Ausfahrens aus der Klemme den

Draht durcheilt und an einer Stelle als Berg und Thal verkörpert wird, da im nächsten Momente die Bedingungen zur Weiterfortpflanzung durch den Wegfall der Spannung nicht mehr vorhanden sind."

Biegungselasticität.

Zur Bestimmung der Elasticitäts-Coefficienten der Metalle werden im Allgemeinen vier Methoden angewandt: man beobachtet die Dehnung, oder die Biegung, oder die Längs- oder Querschwingungen. Am häufigsten sind die erste und die beiden letzten Methoden benutzt worden. Neuerdings hat nun H. Buff eine Anzahl von Bestimmungen aus den Beobachtungen der Biegung, welche ein Stab erleidet, abgeleitet.*) Die Stäbe wurden theils an den Enden unterstützt und in der Mitte belastet, theils an dem einen Ende eingeklemmt und am andern belastet. Wenn der Stab rechteckigen Querschnitt besitzt und seine Länge l Millim., seine Breite b, seine Höhe h Millim., die Belastung P Gramm und die Pfeilhöhe der Biegungscurve u Millim. ist, so findet man den Elasticitäts-Coefficienten E mittels der Formeln

$$Pl^3 = buh^3E \text{ und } 4Pl^3 = buh^3E,$$

von denen die erste für den Fall gilt, daß die Belastung in der Mitte stattfindet, die zweite für den Fall der Belastung am freien Ende. Buff fand folgende Werthe für E

	E
Gußstahl	20960
desgl.	21056
Schmiedeeisen	19760
desgl.	19780
desgl.	20940
desgl.	20860
desgl.	20900
Gußeisen	14352
Kupfer	12270
Zink	11900
desgl.	10800

*) Poggend. Ann. Jubelband, S. 349.

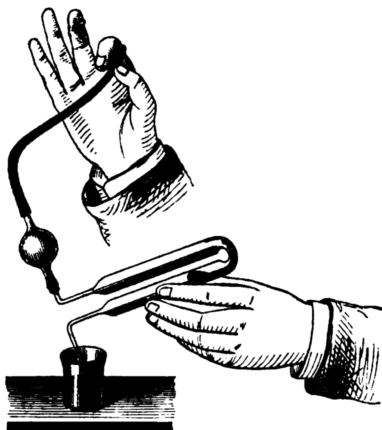
Blei	. . . .	1862
weißes Glas	. . .	7490
Eichenholz	. . . . .	835
Tannenholz	. . . .	1699
Buchenholz	. . . .	959

Einen sehr einfachen

Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.

hat Sprengel construirt.*) Derselbe besteht aus einer U förmigen Glasröhre, die an ihren beiden Enden in zwei rechtwinklig nach entgegengesetzten Richtungen gebogene Haarröhrchen ausläuft. Größe und Gewicht des Apparates richten sich nach der Empfindlichkeit der Waage, die man benutzt. Wenn diese bei 50 Grm. Belastung noch 0,1 Milligr. angibt, so darf die Röhre, mit Flüssigkeit gefüllt, nicht schwerer als 50 Grm. sein. Die beiden Haarröhrchen sind nicht von gleicher Weite; das eine, kürzere, ist enger und an sein Ende ist mittels eines durchbohrten Korkes ein kleiner Kugelapparat angesetzt, an welchem eine Kautschukröhre angebracht ist. Taucht man nun das weitere Haarröhrchen in die Flüssigkeit, so kann man den Apparat durch Aufsaugen füllen. Das engere Röhrchen füllt sich dabei ganz mit Flüssigkeit; an dem weiteren aber ist eine Marke angebracht, bis wohin die Füllung erfolgen muß. Das

Fig. 6.



*) Poggend. Ann. Bd. 150, S. 459.

Entleeren erfolgt durch Comprimiren der Luft in der Kugel, mittels Blasen in den Schlauch. Nach dem Füllen wird die Kugel abgenommen und die U-Röhre in Wasser von der Normaltemperatur getaucht, bis sie dessen Temperatur angenommen hat. Die Flüssigkeit ändert dabei nur in weiteren Capillarröhrchen ihren Stand; man kann hier leicht einen Ueberfluß entfernen, wenn man das Ende des Röhrchens mit etwas Fließpapier berührt, und umgekehrt kann man ein wenig Flüssigkeit in die Röhre einbringen, wenn man dieses Ende mit einem Tropfen berührt. Hat man so das Volumen sorgfältig ajustirt, so nimmt man den Apparat aus dem Wasser, trocknet ihn und bringt ihn auf die Waage. Man erhält auf diese Weise recht genaue Resultate, wenn man es namentlich bei Herstellung der Normaltemperatur nicht an der nöthigen Sorgfalt fehlen läßt.

Capillarerscheinungen.

Ueber die hierhergehörigen Phänomene hat A. Mousson unter dem Titel „Studien zur Theorie der Capillaritätserscheinungen" eine interessante Arbeit veröffentlicht, die eine sehr übersichtliche Darstellung des gegenwärtig Bekannten bietet.*)

Das Haupthinderniß für die Erkenntniß der Kräfte, welche diesen Erscheinungen zu Grunde liegen, ist in dem Umstande zu suchen, daß dieselben in den kleinsten der Messung noch zugänglichen Entfernungen fast verschwindend sind. Es ist ziemlich wahrscheinlich, daß zwischen den Theilchen eines Körpers zwei Kräfte thätig sind: eine anziehende Kraft, die ihnen bleibend zukommt, und eine abstoßende, welche durch Temperatur- und Bewegungsverhältnisse beeinflußt wird. Die Erscheinungen der Elasticität kann man durch die Annahme erklären, daß die Abstoßung rascher abnimmt, als die Anziehung; beim Zusammendrücken eines Körpers überwiegt daher die erstere, bei der Ausdehnung die letztere.

Ueber die Grenze der Wirksamkeit der Molecularkräfte hat zuerst Plateau insofern einen Aufschluß gegeben, als er zeigte, daß eine Blase aus Seifenwasser und Glycerin eine Wanddicke besitzt, welche gleich ist der doppelten Wirkungsweite der Molecularkräfte der Flüssigkeitstheilchen. Die Dicke

*) Züricher Vierteljahrschrift, Bd. 15, S. 305.

dieser Wandungen läßt sich aus den Newton'schen Farbenringen, die wir an ihnen beobachten, mittels der bekannten Brechungsindices berechnen und auf diese Weise hat sich für den erwähnten Fall als Grenze der Wirksamkeit der Molecularkräfte die Entfernung von 0,00005645 Millim. ergeben.

Aehnliche Untersuchungen hat auch Quincke angestellt. Von der Anschauung ausgehend, daß der Randwinkel einer Flüssigkeit an einer Wand sich mit der Molecularkraft, die von dieser ausgeht, ändern müsse, brachte er einen keilförmigen Ueberzug an einer Gefäßwand an, um festzustellen, von welcher Dicke ab die Wirkung nur von dem Ueberzuge abhängt. Für diese Dicke, die Grenze der Wandwirkung ergab sich als Mittel aus verschiedenen Versuchen nahezu der Werth von 0,00008 Millim.

Aus diesen Bestimmungen erkennt man, daß die Entfernung, bis auf welche sich die Wirkung der Molecularkräfte erstreckt, wohl fünf- bis zehnmal kleiner ist, als die Länge einer Lichtwelle.

Durch die Wirkung der Molecularkräfte muß die Grenzschicht einer Flüssigkeit einen anderen Gleichgewichtszustand annehmen, als das Innere; es muß daher auch die Dichtigkeit in der Grenzschicht eine andere sein, als im Innern. Daraus folgt weiter, daß dieselbe Flüssigkeitsmenge ein verschiedenes Volumen haben muß, je nachdem die Grenzschicht sehr groß oder sehr klein ist. Diese Aenderung des Volumens ist in der That von Wilhelmy experimental nachgewiesen worden. Er tauchte nämlich einen genau cylindrischen Körper von bekanntem Durchmesser in verschiedene, genau gemessene Tiefen in eine Flüssigkeit ein und bestimmte jedesmal sein Gewicht. Es stellte sich dabei das Gewicht stets größer heraus, als es nach Abzug des Gewichtes der verdrängten Flüssigkeitsmasse und unter Berücksichtigung der constanten Capillarität hätte sein sollen. Das Mehrgewicht war der eingetauchten Oberfläche proportional, jedoch auch abhängig von der Natur des Körpers und der Flüssigkeit und in gewissem Grade auch von der Krümmung der Oberfläche. Die Existenz einer Grenzschicht von veränderlicher Dicke, der eine besondere Dichte zukommt, erscheint als nicht mehr zweifelhaft, und jede genaue Theorie der Capillarerscheinungen wird diese Thatsache zu berücksichtigen haben. Wenn es dessenungeachtet möglich ist, die Grundgesetze dieser Erscheinungen auch unter der Annahme einer bis zur Grenze fort-

II.

Physik und Meteorologie.

Statik und Dynamik.

Ueber den

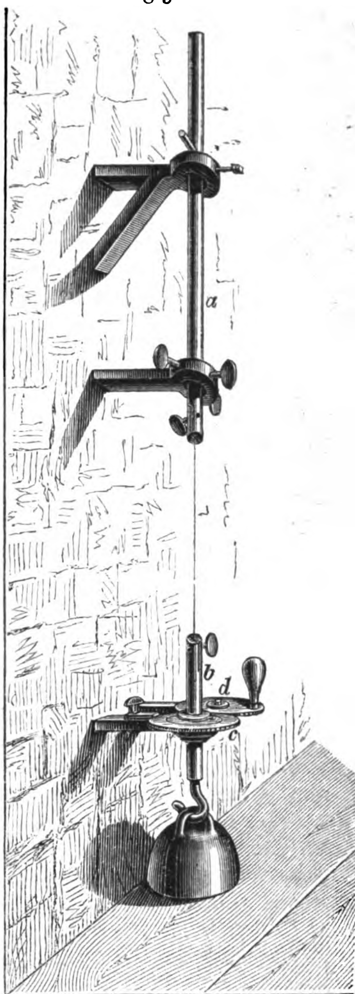
Einfluß der Torsion auf die absolute Festigkeit von Metalldrähten

sind von Val. Kramm (in Cassel) Versuche angestellt worden, hauptsächlich um zu erforschen, wie die Anzahl der Torsionen, durch welche die durch ein Gewicht gespannten Drähte zerrissen werden, abhängt von dem spannenden Gewicht, von der absoluten Festigkeit des Stoffes und der Länge und Dicke der Drähte.*) Es wurden dazu Drähte von 0,3 bis 0,8 Millim. Dicke aus Stahl, geglühtem wie ungeglühtem Eisen und Kupfer verwendet. Dieselben wurden oben und unten in einem Eisenstabe festgeklemmt; der obere Eisenstab a war vertical befestigt, der untere b hing in einem hohlen verticalen Eisencylinder frei herab, dem man durch ein Paar Zahnräder c und d, von denen das zweite mit einem Griff versehen war, eine beliebige Drehung geben konnte. Dieser untere Eisenstab hatte außerdem eine verticale Furche, in welche ein in den Hohlcylinder gesteckter Stift eingriff. Auf diese Art war der untere Eisenstab, und damit auch der eingespannte Draht, genöthigt an der Drehung des Hohl-

*) S. dessen Inaugural-Dissertation. Marburg 1873.

cylinders theil zu nehmen, während er sich in verticaler Richtung frei bewegen konnte. Unten trug der Eisenstab einen Haken zum Anhängen von Gewichten. Nachdem ein Draht angespannt worden war, wurde ein Gewicht angehängt, und dann wurde so lange gedreht, bis der Draht riß. Dieses Reißen trat bei dünnen Drähten meist an einer der Klemmen, bei dickeren aber an anderen Stellen, nicht selten gerade in der Mitte ein.

Fig. 5.



Aus dem reichhaltigen Beobachtungsmaterial stellt sich nun rücksichtlich des Einflusses der Spannung während der Torsion bei Stahldrähten von derselben Länge das Gesetz heraus, daß die Anzahl der Torsionen, welche Zerreißen bewirkt, nahezu proportional ist der Differenz aus der absoluten Festigkeit und der Belastungen. Man erhält für einen und denselben Draht bei Anwendung verschiedener Belastung als Aequivalent für eine Torsion eine constante Anzahl von Kilogrammen, vorausgesetzt, daß die Belastungen weder allzu nahe an die absolute Festigkeit reichen, noch allzu weit davon entfernt sind. Eine genauere Feststellnng der Grenzen, innerhalb deren dieses Gesetz gilt, ist allerdings nicht gelungen.

Auch bei geglühten Eisendrähten bestätigt sich annähernd dasselbe Gesetz; Kupferdrähte und ungeglühte Eisendrähte lassen nur zum Theil eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der fraglichen Hinsicht erkennen. Die geringere Uebereinstimmung in den Resultaten dürfte wohl der größeren Unregelmäßigkeit des ganzen Gefüges bei den letzterwähnten Drähten zuzuschreiben sein.

Im Bezug auf die Abhängigkeit der Torsionszahl, welche dem Zerreißen entspricht, von der absoluten Festigkeit, ergab sich, daß für verschiedene Drahtsorten diese Zahl nicht proportional ist der absoluten Festigkeit. So lassen z. B. die weicheren Kupfer- und geglühten Eisendrähte, obwohl von geringerer absoluter Festigkeit, bei gleicher Belastung eine viel größere Anzahl von Torsionen zu, der absolute Werth für eine Torsion ist also bei ihnen viel geringer, als bei Stahl- und gezogenen Eisendrähten von gleicher Dicke.

Dagegen fand sich, wenigstens bei Stahldrähten, die zum Zerreißen nöthige Anzahl von Torsionen näherungsweise direct proportional der Länge des Drahtes. Bei weicheren Drähten wächst allerdings auch die Torsionszahl mit der Länge, aber nicht mehr ganz diesem Gesetze gemäß; bei der doppelten Länge ist die Torsionszahl nicht ganz das Doppelte der ursprünglichen. Dies hat wahrscheinlich seinen Grund in der bedeutenden Verlängerung, welche die Drähte während der Torsion erleiden, und welche eine bedeutende Verkleinerung ihres Querschnittes bewirkt.

Der Zusammenhang zwischen Torsionszahl und Dicke des Drahtes ließ sich nicht in einem einfachen Gesetz ausdrücken und der Autor hat sich deshalb mit der Mittheilung der numerischen Ergebnisse begnügt.

Es wurden endlich noch die bei den Versuchen auftretenden Schraubenwindungen auf der Oberfläche der Drähte, sowie die Verlängerungen und Verkürzungen und die Knickungsfiguren beim Zerreißen beobachtet.

Die Schraubenwindungen sind deutlich auf der Oberfläche der Drähte zu erkennen, doch waren sie nicht bei allen gleichmäßig über die ganze Oberfläche verbreitet. Bei mehreren der tordirten Drähte wurden die Windungen gezählt und es stimmte die Zahl derselben mit derjenigen der Torsionen überein. Hinsichtlich der Höhe aber waren die Schraubengänge verschieden;

an mehreren Drähten zeigte sich die Höhe weit geringer an den Stellen, wo das Zerreißen stattfand, als an den Einklemmungsstellen. Bei dünneren Drähten ließen sich die Windungen nur mit der Lupe erkennen; dagegen waren dieselben besonders deutlich bei weichen Eisen- und Kupferdrähten.

Unter gewissen Umständen tritt bei der Torsion eine Verkürzung ein; am auffallendsten zeigte sich eine solche bei Hanfseilen, welche während der Torsion mit 7,5 oder 10 Kilogr. belastet wurden. Auch ungeglühte Eisen- und Stahldrähte lassen dieselbe wahrnehmen. Kupferdrähte aber, so deutlich sie auch das schraubenförmige Gefüge nach der Torsion erkennen lassen, machen hiervon eine Ausnahme, indem sie eine bedeutende Verlängerung erfahren. Ein 5 Centim. langes Stück Kupferdraht von 0,82 Millim. Dicke zeigte z. B. bei 12,5 Kilogr. Belastung nach 70 Torsionen eine Verlängerung von mehr als 2 Centim. Noch auffälliger war die Verlängerung bei geglühten Eisendrähten.

Beim Reißen nehmen die Drähte, namentlich wenn sie dünn sind, in der Nähe der Befestigungsstelle bleibend eine eigenthümliche, mehr oder weniger gekrümmte oder eckige Gestalt an. Bei starken Drähten sind die Biegungen nur ganz schwach, bei sehr dünnen aber findet man stark gewölbte Bogen an den eckigen Einbiegungen. Während diese Figuren beim Zerreißen in Folge zu starker Belastung eben sind, erhält man bei Anwendung der Torsion schraubenförmig gewundene Curven. Weber, der diese Knickungsfiguren an Metallsaiten bei seinen Untersuchungen mit dem Monochord beobachtet hat, erklärt sie dadurch, „daß die Saite an der Stelle, wo sie reißt, nicht im ganzen Querschnitt zugleich reißt, sondern daß die Theile der Saite an irgend einer Seite derselben sich von einander zu trennen anfangen und daß dies Losreißen der einzelnen Längsfasern sich allmälig bis auf die gegenüberliegende Seite des Umringes der Saite fortsetzt.“ Indessen hat Kramm die Wahrnehmung gemacht, daß diese eigenthümlichen Ausbiegungen auch dann auftreten, wenn der Draht nicht reißt, sondern aus der Klemme ausgleitet. Diese Thatsache steht der Weber'schen Erklärung entgegen und es macht die ganze Erscheinung den Eindruck, „als hätte man es hier mit einer momentanen Wellenbewegung zu thun, die im Momente des Reißens oder des Ausfahrens aus der Klemme den

Draht durcheilt und an einer Stelle als Berg und Thal verkörpert wird, da im nächsten Momente die Bedingungen zur Weiterfortpflanzung durch den Wegfall der Spannung nicht mehr vorhanden sind."

Biegungselasticität.

Zur Bestimmung der Elasticitäts-Coefficienten der Metalle werden im Allgemeinen vier Methoden angewandt: man beobachtet die Dehnung, oder die Biegung, oder die Längs- oder Querschwingungen. Am häufigsten sind die erste und die beiden letzten Methoden benutzt worden. Neuerdings hat nun H. Buff eine Anzahl von Bestimmungen aus den Beobachtungen der Biegung, welche ein Stab erleidet, abgeleitet.*) Die Stäbe wurden theils an den Enden unterstützt und in der Mitte belastet, theils an dem einen Ende eingeklemmt und am andern belastet. Wenn der Stab rechteckigen Querschnitt besitzt und seine Länge l Millim., seine Breite b, seine Höhe h Millim., die Belastung P Gramm und die Pfeilhöhe der Biegungscurve u Millim. ist, so findet man den Elasticitäts-Coefficienten E mittels der Formeln

$$Pl^3 = buh^3E \text{ und } 4Pl^3 = buh^3E,$$

von denen die erste für den Fall gilt, daß die Belastung in der Mitte stattfindet, die zweite für den Fall der Belastung am freien Ende. Buff fand folgende Werthe für E

	E
Gußstahl	20960
desgl.	21056
Schmiedeeisen	19760
desgl.	19780
desgl.	20940
desgl.	20860
desgl.	20900
Gußeisen	14352
Kupfer	12270
Zink	11900
desgl.	10800

*) Poggend. Ann. Jubelband, S. 349.

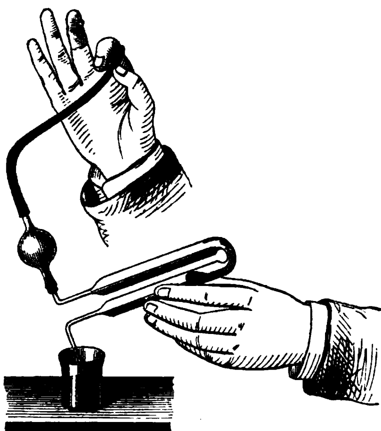
Blei	1862
weißes Glas . . .	7490
Eichenholz	835
Tannenholz	1699
Buchenholz	959

Einen sehr einfachen

Apparat zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.

hat Sprengel construirt.*) Derselbe besteht aus einer U förmigen Glasröhre, die an ihren beiden Enden in zwei rechtwinklig nach entgegengesetzten Richtungen gebogene Haarröhrchen ausläuft. Größe und Gewicht des Apparates richten sich nach der Empfindlichkeit der Waage, die man benutzt. Wenn diese bei 50 Grm. Belastung noch 0,1 Milligr. angibt, so darf die Röhre, mit Flüssigkeit gefüllt, nicht schwerer als 50 Grm. sein. Die beiden Haarröhrchen sind nicht von gleicher Weite; das eine, kürzere, ist enger und an sein Ende ist mittels eines durchbohrten Korkes ein kleiner Kugelapparat angesetzt, an welchem eine Kautschukröhre angebracht ist. Taucht man nun das weitere Haarröhrchen in die Flüssigkeit, so kann man den Apparat durch Aufsaugen füllen. Das engere Röhrchen füllt sich dabei ganz mit Flüssigkeit; an dem weiteren aber ist eine Marke angebracht, bis wohin die Füllung erfolgen muß. Das

Fig. 6.



*) Poggend. Ann. Bd. 150, S. 459.

Entleeren erfolgt durch Comprimiren der Luft in der Kugel, mittels Blasen in den Schlauch. Nach dem Füllen wird die Kugel abgenommen und die U=Röhre in Wasser von der Normaltemperatur getaucht, bis sie dessen Temperatur angenommen hat. Die Flüssigkeit ändert dabei nur in weiteren Capillarröhrchen ihren Stand; man kann hier leicht einen Ueberfluß entfernen, wenn man das Ende des Röhrchens mit etwas Fließpapier berührt, und umgekehrt kann man ein wenig Flüssigkeit in die Röhre einbringen, wenn man dieses Ende mit einem Tropfen berührt. Hat man so das Volumen sorgfältig ajustirt, so nimmt man den Apparat aus dem Wasser, trocknet ihn und bringt ihn auf die Waage. Man erhält auf diese Weise recht genaue Resultate, wenn man es namentlich bei Herstellung der Normaltemperatur nicht an der nöthigen Sorgfalt fehlen läßt.

Capillarerscheinungen.

Ueber die hierhergehörigen Phänomene hat A. Mousson unter dem Titel „Studien zur Theorie der Capillaritätserscheinungen" eine interessante Arbeit veröffentlicht, die eine sehr übersichtliche Darstellung des gegenwärtig Bekannten bietet.*)

Das Haupthinderniß für die Erkenntniß der Kräfte, welche diesen Erscheinungen zu Grunde liegen, ist in dem Umstande zu suchen, daß dieselben in den kleinsten der Messung noch zugänglichen Entfernungen fast verschwindend sind. Es ist ziemlich wahrscheinlich, daß zwischen den Theilchen eines Körpers zwei Kräfte thätig sind: eine anziehende Kraft, die ihnen bleibend zukommt, und eine abstoßende, welche durch Temperatur= und Bewegungsverhältnisse beeinflußt wird. Die Erscheinungen der Elasticität kann man durch die Annahme erklären, daß die Abstoßung rascher abnimmt, als die Anziehung; beim Zusammendrücken eines Körpers überwiegt daher die erstere, bei der Ausdehnung die letztere.

Ueber die Grenze der Wirksamkeit der Molecularkräfte hat zuerst Plateau insofern einen Aufschluß gegeben, als er zeigte, daß eine Blase aus Seifenwasser und Glycerin eine Wanddicke besitzt, welche gleich ist der doppelten Wirkungsweite der Molecularkräfte der Flüssigkeitstheilchen. Die Dicke

*) Züricher Vierteljahrschrift, Bd. 15, S. 305.

dieser Wandungen läßt sich aus den Newton'schen Farbenringen, die wir an ihnen beobachten, mittels der bekannten Brechungsindices berechnen und auf diese Weise hat sich für den erwähnten Fall als Grenze der Wirksamkeit der Molecularkräfte die Entfernung von 0,00005645 Millim. ergeben.

Aehnliche Untersuchungen hat auch Quincke angestellt. Von der Anschauung ausgehend, daß der Randwinkel einer Flüssigkeit an einer Wand sich mit der Molecularkraft, die von dieser ausgeht, ändern müsse, brachte er einen keilförmigen Ueberzug an einer Gefäßwand an, um festzustellen, von welcher Dicke ab die Wirkung nur von dem Ueberzuge abhängt. Für diese Dicke, die Grenze der Wandwirkung ergab sich als Mittel aus verschiedenen Versuchen nahezu der Werth von 0,00008 Millim.

Aus diesen Bestimmungen erkennt man, daß die Entfernung, bis auf welche sich die Wirkung der Molecularkräfte erstreckt, wohl fünf= bis zehnmal kleiner ist, als die Länge einer Lichtwelle.

Durch die Wirkung der Molecularkräfte muß die Grenzschicht einer Flüssigkeit einen anderen Gleichgewichtszustand annehmen, als das Innere; es muß daher auch die Dichtigkeit in der Grenzschicht eine andere sein, als im Innern. Daraus folgt weiter, daß dieselbe Flüssigkeitsmenge ein verschiedenes Volumen haben muß, je nachdem die Grenzschicht sehr groß oder sehr klein ist. Diese Aenderung des Volumens ist in der That von Wilhelmy experimental nachgewiesen worden. Er tauchte nämlich einen genau cylindrischen Körper von bekanntem Durchmesser in verschiedene, genau gemessene Tiefen in eine Flüssigkeit ein und bestimmte jedesmal sein Gewicht. Es stellte sich dabei das Gewicht stets größer heraus, als es nach Abzug des Gewichtes der verdrängten Flüssigkeitsmasse und unter Berücksichtigung der constanten Capillarität hätte sein sollen. Das Mehrgewicht war der eingetauchten Oberfläche proportional, jedoch auch abhängig von der Natur des Körpers und der Flüssigkeit und in gewissem Grade auch von der Krümmung der Oberfläche. Die Existenz einer Grenzschicht von veränderlicher Dicke, der eine besondere Dichte zukommt, erscheint als nicht mehr zweifelhaft, und jede genaue Theorie der Capillarerscheinungen wird diese Thatsache zu berücksichtigen haben. Wenn es dessenungeachtet möglich ist, die Grundgesetze dieser Erscheinungen auch unter der Annahme einer bis zur Grenze fort=

bestehenden Homogenität der Flüssigkeit mathematisch abzuleiten, so ist dies nach Mousson dadurch zu erklären, daß bisher allein die Glieder erster Annäherung bei diesen Erscheinungen der Beobachtung anheim gefallen sind, und daß auch die blos näherungsweise richtige Theorie diese Glieder giebt.

Ein Seitenstück zu den erwähnten Bestimmungen der Entfernungen, bis in welche die Wirkungen der Molecularkräfte reichen, bilden die Untersuchungen von Pfaff über die oberen Grenzen der Intensitäten molecularer Kräfte, welche chemische und physikalische Vorgänge bedingen.*) Aus diesen Untersuchungen geht u. a. hervor, daß bei einem Drucke von 55 bis 60 Atmosphären die Wirkung von verdünnter Salpetersäure auf einen Kalkspathkrystall gänzlich aufgehoben wurde. Ebenso hörte die Einwirkung der Schwefelsäure auf Zink bei 15 bis 20° C. unter einem Drucke von 80 Atmosphären vollständig auf; die Aufnahme von Wasser durch gebrannten Gyps verschwand schon bei einem Drucke von 40 Atmosphären. Es geht daraus hervor, daß die Wirkung der Capillarität von einem verhältnißmäßig nicht bedeutenden Gegendrucke überwunden wird. Um nun die Wirkung der Capillarattraction gegenüber einem starken Drucke noch genauer zu untersuchen, schloß Pfaff 106 quadratische Blechstücke von Millim. Breite mit 105 gleich großen Stücken Filtrirpapier zwischen je zwei Blechen in einen Cylinder ein und ließ einen Druck von 50 Atmosphären darauf wirken. Als der Druck vier Stunden angehalten hatte, wurde der Stand des Hebelarmes der Presse genau bezeichnet und alsdann langsam Wasser in den Cylinder gegossen. Das Ganze blieb einen Tag lang stehen, ohne daß sich eine Veränderung im Stande des Hebels zeigte. Ein ander mal wirkte eine Kupfervitriollösung bei einem Drucke von 12 Atmosphären 10 Tage lang auf eine Säule aus 12 Spiegelglasscheiben mit dazwischen liegenden Filtrirpapierlagen, ohne daß eine Bewegung des Hebelarmes oder ein Eindringen der Flüssigkeit in das Papier erkennbar war. Ja, als eine einfache Lage von Filtrirpapier zwischen zwei vollkommen ebenen Glasplatten einem Drucke von drei Atmosphären ausgesetzt wurde, konnte eine Indigolösung nicht mehr in das Papier eindringen.

---

*) Neues Jahrb. f. Mineralogie. 1871.

Neue Bestimmungen der Synaphie.*) Mit dem Namen „Synaphie" hat Frankenheim die Kraft des Zusammenhanges homogener Theile einer Flüssigkeit bezeichnet, während er die Anziehung zwischen festen und flüssigen Körpern „Prosaphie" nennt. Die Größe der Synaphie wird entweder mittels Adhäsionsplatten oder mit Capillarröhren gemessen. Man giebt dieselbe entweder in absolutem Maaße an, d. h. man giebt an das Gewicht, welches eine Adhäsionsplatte von unendlicher Ausdehnung tragen würde, ausgedrückt in Atmosphären, oder man giebt die specifische Synaphie an, d. h. die absolute, dividirt durch die Dichtigkeit der Flüssigkeit, oder man giebt auch die mittlere Niveaudifferenz der Flüssigkeit innerhalb und außerhalb einer Capillarröhre von 1 Millim. Durchmesser an.

Von wesentlichem Einflusse auf die Größe der Synaphie ist die Temperatur; schon Achard hat 1776 gezeigt, daß eine Platte von Wasser desto leichter losgerissen wird, je höher die Temperatur desselben ist. Aber trotz späterer Versuche von Link, Gay-Lussac und Frankenheim hat man bis jetzt kein bestimmtes Gesetz kennen gelernt; man weiß nur, daß Prosaphie und Synaphie bei steigender Temperatur abnehmen, und zwar erstere viel rascher als letztere, wie die Erscheinungen des Leidenfrost-schen Tropfens beweisen.

Die bisher beobachteten Flüssigkeiten zerfallen rücksichtlich der Synaphie in zwei Hauptclassen und eine Zwischenclasse. In die erste Hauptclasse gehört nur das Wasser, die zweite umfaßt sämmtliche wasserfreie Flüssigkeiten, die Zwischenclasse die Verbindungen organischer oder anorganischer Stoffe mit Wasser.

Die größte absolute Synaphie besitzt das Wasser, nämlich 536,6 Milliontel Atm. bei 0° nach Frankenheim, während Otto Fiebig die des Quecksilbers bei +9° C. gleich 424,7 fand. Die kleinste Synaphie hat Frankenheim bei Weingeist, Schwefeläther, Steinöl, Schwefelkohlenstoff und einigen flüchtigen Oelen gefunden.

Neuerdings hat Dr. Robert Scholz in Glogau eine Reihe bisher nicht untersuchter Flüssigkeiten auf ihre Synaphie geprüft und die folgenden Werthe erhalten. Dabei bedeutet ϱ die Dichtigkeit, M die absolute Synaphie in Milliontel Atmo-

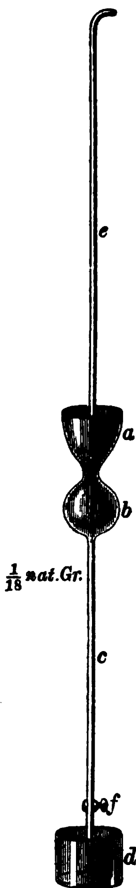
*) Poggend. Ann. Bd. 148, S. 62.

sphären, $\frac{M}{\varrho}$ die specifische Synaphie, D die Niveaudifferenz inner- und außerhalb einer Capillarröhre von 1 Millim. Durchmesser, ausgedrückt in Millimetern.

	Temperatur	ϱ	nach Vers. mit Platten		nach Vers. mit Capillarröhren		D
			M	$\frac{M}{\varrho}$	M	$\frac{M}{\varrho}$	
Schwefeläther	17°4	0,7348	179,467	244,23	170,872	232,743	3,17
Salpeteräther	=	0,8352	223,197	267,229	219,943	263,583	3,795
Essigäther	=	0,8604	232,793	270,553	228,143	265,159	3,891
Butteräther	=	0,8349	226,991	272,216	212,035	253,964	3,94
Chloräther	=	0,8307	221,093	266,157	217,213	269,474	3,7617
Rumäther	=	0,8505	230,269	270,973	225,153	264,733	3,8963
Ameisenäther	=	0,8631	233,896	271,132	263,317	305,083	3,9025
Melonenäther	=	0,8575	226,132	262,938	221,73	256,498	3,689
Erdbeeräther	=	0,8617	231,224	268,524	225,93	262,381	3,83
Galläpfeltinctur	16,5	0,9548	259,214	271,485	247,7	259,428	4,9332
Doppeltoxalsaures Kali . .	=	1,0245	336,203	328,22	404,795	395,124	5,7272
Kaliumeisencyanür	=	1,06205	358,069	327,138	349,824	329,334	6,0421
Kaliumeisencyanid	=	1,0536	357,512	339,319	417,41	396,234	6,12
Schwefelwasserstoffammoniak	=	0,9774	327,573	335,149	389,702	368,345	5,96
Chlorwasserstoffammoniak .	14,5—15,7	1,0239	356,379	347,994	410,662	401,03	6,4424
Essigsaurer Baryt	16,5	1,0282	426,41	414,773	398,61	387,72	9,14921
Brunnenwasser	=	1,000	437,676	437,676	448,16	448,16	8,484
desgl.	14,5—15,7	1,000	438,379	438,379			

Es findet durch diese Zahlen die von Frankenheim in seiner „Cohäsionslehre" ausgesprochene Vermuthung, daß die zusammengesetzten Aetherarten eine sehr kleine Synaphie besitzen, ihre volle Bestätigung. Von allen bis jetzt untersuchten Flüssigkeiten besitzen die zusammengesetzten Aetherarten die kleinste Synaphie und unter diesen insbesondere der Schwefeläther.

Fig. 7.



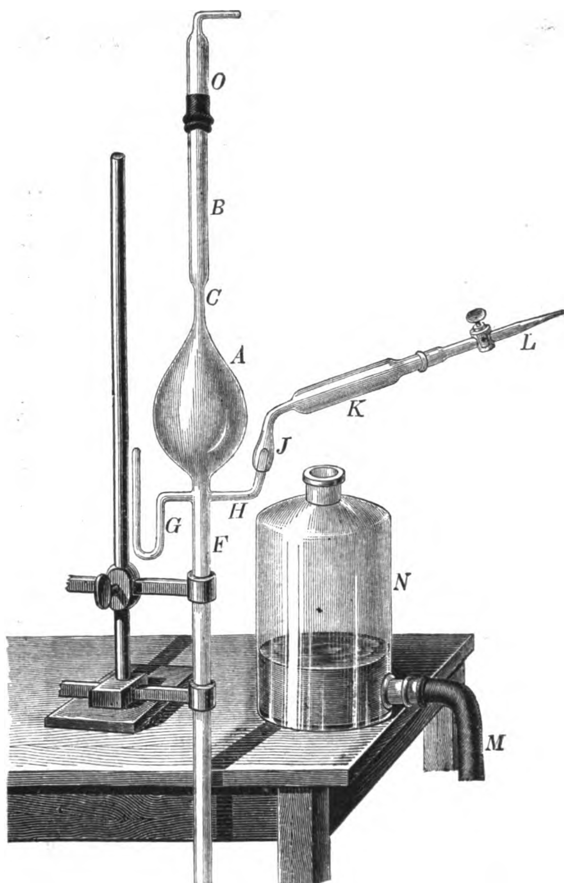
Neue Luftpumpen.

J. P. Joule hat in einer Sitzung der Literary and philosophical Society in Manchester einen einfachen Apparat beschrieben, mit welchem man die Luft sehr stark verdünnen kann.*) Derselbe ist in beistehender Skizze, Fig. 7, dargestellt und besteht aus einem Glastrichter a, an welchem sich die Kugel b befindet, die unten in die Röhre c ausläuft. Letztere taucht in das Quecksilbergefäß d. Mittels eines Kautschukpropfes ist in den Hals des Trichters a die Röhre e eingesetzt, welche durch ein Kautschukrohr mit dem zu evacuirenden Gefäße in Verbindung steht. Man schließt nun den Hahn f und füllt den Trichter voll Quecksilber. Wenn man dann den Pfropfen in a lüftet, so füllt das Quecksilber die Kugel b und die Röhre c. Man setzt hierauf den Pfropfen wieder ein und öffnet den Hahn f. Das Quecksilber sinkt jetzt in der Röhre herab, die Kugel b wird leer und es entsteht ein luftverdünnter Raum. Indem man immer wieder von Neuem das Quecksilber in den Trichter schüttet, kann man die Verdünnung der Luft noch weiter treiben.

Durch einfache Handhabung, bequeme

*) Nature, 13. Febr. 1873, p. 296.

Fig. 8.



Reinigung und billige Herstellung zeichnet sich die Quecksilber-ventilluftpumpe von A. Mitscherlich in Münden aus, welche in Fig. 8 dargestellt ist.*)

*) Poggend. Ann. Bd. 150, S. 420.

An das Gefäß A, welches wie der ganze Apparat aus starkem Glase besteht, ist das 10 Millim. weite und 140 Millim. lange Rohr B angeschmolzen, welches sich bei C auf 5 Millim. verengt. In die hierdurch entstehende kegelförmige Mündung paßt das untere gut eingeschliffene kegelförmige Ende eines Glasstabes von 7,5 Millim. Dicke und 160 Millim. Länge, der bei aufrechter Stellung ungefähr 25 Millim. in Quecksilber einsinkt. Am unteren Ende von A ist ein 13 Millim. weites und 900 Millim. langes, am Ende rechtwinklig umgebogenes Glasrohr F angebracht. Da wo das Gefäß A sich zum Rohre F verengt, ist auf der einen Seite ein Uförmiges Rohr G von 5 Millim. Weite angeschmolzen, dessen abwärtsgehender Schenkel 50 Millim. lang ist, während der andere, oben geschlossene, 90 Millim. Länge hat. Auf der andern Seite ist bei F das 6 Millim. weite Rohr H angeschmolzen, welches bis zu der fast rechtwinkligen Umbiegung 30 Millim. lang ist. Bei J hat es eine Erweiterung, in welcher nach oben hin ein doppelt kegelförmiges Glasstück luftdicht eingeschliffen ist. Unten ist dieses Glasstück, das vermöge seiner Länge immer dieselbe Richtung beibehalten muß, etwas zusammengedrückt, so daß es nach unten hin die Oeffnung nicht verschließen kann. Oberhalb J ist das Rohr wieder um fast 90° gebogen und erweitert sich dann zu dem 85 Millim. langen und 20 Millim. weiten Rohre K, in welches luftdicht das Rohr L eingeschliffen ist, das einen gutschließenden Hahn hat.

Ueber das untere Ende von F wird ein Schlauch von schwarzem oder rothem Kautschuk von 11 Millim. innerer Weite und 1,5 Meter Länge befestigt, dessen anderes Ende an dem Ausflußrohr in der Flasche N angebracht ist. Auf das Rohr B ist durch ein Stück Kautschukschlauch das Rohr O luftdicht aufgesetzt, welches 19 Millim. Weite und 90 Millim. Länge hat. Wo dasselbe enger wird, ist in geringer Entfernung von dem erwähnten Glasstabe ein Kork eingepaßt, der in der Mitte eine Oeffnung hat. Er soll zu starke Stöße des Glasstabes gegen das Rohr C verhüten. Der ganze Apparat wird am Rohre F durch einen kräftigen Halter festgehalten.

Die Größe von A und K richtet sich nach der zu verwendenden Quecksilbermenge; Mitscherlich wendet einen Apparat an, bei welchem diese Theile 300 und 600 Cubik-Centim. fassen.

Wenn der Apparat vollständig gereinigt und getrocknet ist, wird hinlänglich viel Quecksilber in die Flasche N gegossen. Hebt man nun die Flasche, so schließt sich das Ventil J, das Ventil C dagegen öffnet sich und gestattet der Luft, aus A zu entweichen. Sobald Quecksilber nach B zu treten beginnt, senkt man die Flasche N. Wenn hierbei der Hahn L verschlossen ist, so entsteht in A ein luftverdünnter Raum. Durch wiederholtes Heben und Senken von N läßt sich ein fast vollkommenes Vacuum erzeugen. Zur Messung des Luftdruckes dient das Manometer G, welches sich während des Pumpens theilweise mit Quecksilber füllt. Um den nach oben gehenden Schenkel vollständig mit Quecksilber zu füllen, wird das Quecksilber in demselben bei schräger Stellung des ganzen Apparates so erhitzt, daß nachher das Quecksilber aus dem andern Schenkel in den nur mit Quecksilberdämpfen gefüllten Raum tritt. Das Rohr K dient als Trockenapparat und wird bei seiner Verengung durch ein schräg zugehendes, ganz kurzes Glasrohr und etwas Asbest so verschlossen, daß Gase und Quecksilber hindurchgehen können, aber kein gröberes Pulver in die Pumpe gelangen kann. Dann wird oberhalb des Asbestes das Rohr mit wasserfreier Phosphorsäure gefüllt und durch das Rohr L verschlossen. Verbindet man einen Behälter durch einen schwarzen Kautschukschlauch mit L, so kann man durch Heben und Senken von N die Luft fast vollständig aus demselben entfernen.

Sollen die ausgepumpten Gase weiter untersucht werden, so wird O vollständig mit Quecksilber gefüllt und das beim Pumpen aus O entweichende Gas aufgefangen.

Die Transspiration der Gase.

Vor längerer Zeit schon haben Hagen*) und Poiseuille**) die Bewegung von Flüssigkeiten in sehr engen Röhren untersucht und sind wesentlich zu demselben Resultate gelangt, welches Hagen auch theoretisch ableitete, während Poiseuille es nur experimentell begründete. Diesem gewöhnlich nach Poiseuille genannten Gesetze zufolge sind beim Ausfluß

*) Poggend. Ann. Bd. 46, S. 422.
**) das. Bd. 58, S. 424.

aus sehr engen Röhren die Ausflußzeiten umgekehrt proportional den Druckhöhen, direct proportional der Röhrenlänge und umgekehrt proportional der vierten Potenz des Durchmessers.

Es ist nun bereits im Jahre 1866 *Oscar Emil Meyer* in Breslau durch theoretische Untersuchungen*) zu dem Resultate gekommen, daß die Geschwindigkeit der Transspiration eines Gases durch eine enge Röhre nach demselben Gesetze von statten geht. Die Beobachtungen Graham's über die Transspiration der Gase befestigten diesen Satz, doch schienen sie nicht genügend zum strengen Beweise. Es sind deshalb von Meyer und *Ferd. Springmühl* Versuche nach einer verbesserten Methode mit atmosphärischer Luft, Kohlensäure, Sauerstoff und Wasserstoff angestellt worden,**) welche den Nachweis liefern, „daß das durch eine Capillarröhre in einer Minute strömende Gasvolumen der vierten Potenz des Halbmessers der Röhre proportional, ferner der Länge der Röhre umgekehrt proportional und endlich dem treibenden Druckunterschiede an beiden Enden direct proportional ist. Das Gasvolumen ist unter einem Drucke zu messen, welcher das arithmetische Mittel aus den beiden Werthen des Druckes am Anfang und am Ende der Röhre ist.“ Indessen ist nach den Versuchen die Gültigkeit der Poiseuille'schen Gesetze an die Bedingung geknüpft, daß die Länge der Röhre nicht unter ein gewisses, vom Querschnitt abhängiges Maaß herabgeht, (ungefähr 1:3000 als Verhältniß zwischen Durchmesser und Länge).

Diese Beobachtungen haben aber nicht blos die Gültigkeit des Poiseuille'schen Gesetzes für Gase bestätigt, sondern auch ein Mittel zur *Berechnung der Reibung der Gase in absolutem Maaße* geliefert. Es ist nämlich eine unmittelbare Folgerung aus diesem Gesetze, „daß die Luft an der Röhrenwand nicht gleitet, sondern fest an ihr *anhaftet*, weshalb also von einer Reibung der Luft an der Röhrenwandung eigentlich nicht die Rede sein kann, sondern nur von Adhäsion an derselben. Wohl aber findet zwischen verschiedenen, mit ungleicher Geschwindigkeit sich bewegenden Luftmassen wirkliche Reibung statt. Die Größe dieser *inneren Reibung* der Luft ist dem

*) Poggend. Ann. Bd. 127, S. 253.
**) dies. Bd. 148, S. 1, 203 u. 526.

Unterschiede der Geschwindigkeiten zweier sich berührenden Strömungen proportional. Aehnlich wie die elastische Kraft durch den Elasticitätscoëfficienten, wird diese Reibung durch den Reibungscoëfficienten gemessen.

Bei atmosphärischer Luft ergiebt sich aus den Versuchen der Werth

$$\eta = 0{,}00017\ (1 + 2\ \alpha t)$$

für diesen Reibungscoëfficienten, bezogen auf das Quadratcentim. und die Secunde als Einheit, wobei t die Temperatur und $\alpha = 0{,}003665$ den Ausdehnungscoëfficienten der Luft bedeutet. Dieser Werth zeigt eine schöne Uebereinstimmung mit anderen Angaben. Die älteren Bestimmungen von Stokes und Baily aus Pendelbeobachtungen und ebenso eine ältere Bestimmung von Meyer genügen, wie dieser selbst schon früher gezeigt hat, den heutigen Anforderungen nicht mehr. Dagegen hat Meyer aus Transspirationsversuchen von Graham die Zahl $\eta = 0{,}000178$ für $t = 15^{0}5$ abgeleitet; aus Maxwell's Beobachtungen mit oscillirenden Scheiben folgt der etwas größere Werth

$$\eta = 0{,}0001878\ (1 + \alpha t),$$

und auf dieselbe Weise hat Meyer früher für Temperaturen von 17^{0} und 25^{0}

$$\eta = 0{,}000197 \text{ und } \eta = 0{,}000190$$

gefunden. Endlich hat Meyer auch noch Versuche mit einer schwingenden Pendelkugel angestellt und dabei bei der Beobachtung

des längsten Pendels $\eta = 0{,}000232$
„ mittleren „ $\eta = 0{,}000233$
„ kürzesten „ $\eta = 0{,}000184$

erhalten. Die letzte Bestimmung, die sich den Beobachtungen über Transspiration sehr gut anschließt, hält Meyer für die genaueste, „weil die Schwingungen des kürzesten Pendels sich am raschesten verringerten, so daß ihre Abnahme und aus dieser die Luftreibung am sichersten gemessen werden konnte.“

In der zweiten der citirten Abhandlungen in Poggend. Ann. Bd. 148 hat Meyer den Einfluß der Temperatur auf die Transspiration noch besonders untersucht und dabei

$$\eta = 0{,}000186\ (1 + 0{,}0030 .\ t)$$

gefunden. Er beansprucht indessen nicht, den Coëfficienten von

t mit einer solchen Sicherheit gefunden zu haben, wie er wegen der großen Bedeutung desselben für die dynamische Theorie der Gase gewünscht hätte; jedenfalls aber hält er den Maxwell'schen Werth, gleich dem Ausdehnungscoëfficienten, für zu groß.

Meyer hat dann auch für andere Gase die Reibungscoëfficienten bestimmt, nämlich für Kohlensäure, Sauerstoff und Wasserstoff aus den eigenen Beobachtungen über die Transspiration dieser Gase, ferner aus Versuchen von Victor von Lang*), sowie aus älteren Transspirationsbeobachtungen von Graham und Schwingungsversuchen von Maxwell. Dividirt man den Reibungscoëfficienten eines Gases durch denjenigen des Sauerstoffes, so erhält man die Zahl, welche Graham den Transspirationscoëfficienten genannt hat. Für Temperaturen von 10 bis 20° haben diese Coëfficienten nach Meyer folgende Werthe:

	Transspirationscoëfficient.	Reibungscoëfficient.
Sauerstoff	1,000	0,000212
atmosph. Luft	0,899	190
Stickoxyd	0,878	186
Stickstoff	0,873	184
Kohlenoxyd	0,870	184
Kohlensäure	0,755	160
Stickoxydul	0,752	160
Chlorwasserstoff	0,736	156
Chlor	0,678	147
schweflige Säure	0,654	138
Schwefelwasserstoff	0,616	130
Sumpfgas	0,555	120
Methylchlorid	0,547	116
ölbildendes Gas	0,516	109
Ammoniak	0,511	108
Cyan	0,505	107
Aethylchlorid	0,499	105
Methyläther	0,483	102
Wasserstoff	0,439	093

*) Wiener Sitzungsber. Bd. 53 (1871).

Die Versuche von V. von Lang sind noch dadurch von Werth, daß durch sie die Giltigkeit des Poiseuille'schen Gesetzes auch für Capillarröhren von elliptischem Querschnitte erwiesen wird.

Bei den Meyer-Springmühl'schen Transspirationsversuchen strömte meistentheils das Gas durch die Capillarröhre in einen mit demselben Gase unter niedrigerem Drucke erfüllten Raum. Doch wurden auch 7 Versuchsreihen ausgeführt, bei denen ein Gas in ein anderes einströmte. Dabei wurde nun genau dieselbe Geschwindigkeit beobachtet, als wenn das Gas in einen von demselben Gase erfüllten Raum eingeströmt wäre. „Diese Erfahrung beweist, daß keine Gegenströmung des zweiten Gases, in ähnlicher Weise wie bei der Diffusion der Gase, durch die Capillarröhre stattfindet. Zugleich lehrt diese Beobachtung, daß ein Gas mit genau derselben Kraft auf eine andere Luftart, wie auf eine gleichartige Gasmasse drückt."

Diese Thatsache widerspricht nicht dem von Dalton im J. 1805 ausgesprochenen Gesetze, nach welchem zwei Gase, die in communicirenden Räumen eingeschlossen sind, sich beide zu einem gleichförmigen Gemisch vermengen. Nur eine irrige Auffassung des Gesetzes, zu welcher sein Entdecker selbst Anlaß gegeben hat, wird dadurch beseitigt. Dalton spricht nämlich sein Gesetz einmal so aus, „daß, wenn in irgend einer Mischung von Gasarten ein Gleichgewicht hergestellt ist, jedes Theilchen desselben so gedrückt werde, als wenn es von dem umgebenden Theilchen seiner Gattung allein gedrückt werde," und noch präciser sagt William Henry, „daß jedes Gas für jedes andere so gut wie ein Vacuum ist." Man hat in Folge dessen oft geradezu als Dalton's Gesetz den Satz ausgesprochen, daß ein Gas nicht auf ein anderes drücke. Daß dieser Satz falsch ist, hat schon 1857 Bunsen (Gasometr. Methoden, S. 209) durch einen einfachen Versuch nachgewiesen. Schichtet man nämlich ein gefärbtes Gas und farblose Luft in einer Röhre über einander, und zieht die Luft mit der Pumpe heraus, so folgt die Grenze des farbigen Gases dem Stempel der Pumpe so gut wie die Luft. Das Dalton'sche Gesetz, richtig aufgefaßt, sagt nur aus, daß der Druck eines Gasgemenges gleich der Summe der einzelnen Drücke ist, welche jeder Bestandtheil für sich ausüben

würde, wenn er den Raum des Gemisches ganz allein erfüllte. Dalton erklärte diesen Erfahrungssatz durch die Annahme, daß zwischen zwei Gasmolekülen verschiedener Art keinerlei Kraft wirksam sei. Zu seiner Zeit dachte man sich nämlich noch mit Newton die Expansivkraft eines Gases als Folge einer zwischen den Theilchen desselben wirksamen, der Entfernung derselben umgekehrt proportionalen Abstoßung. Heutzutage ist diese Ansicht aufgegeben; die dynamische Theorie der Gase erklärt den Druck eines Gases durch die lebendige Kraft der Stöße, welche die mit rapider Geschwindigkeit sich bewegenden Gastheilchen auf einander und gegen andere Körper ausführen. Das Dalton'sche Gesetz bedarf hiernach keiner Erklärung, und ebenso wenig ist ein Grund vorhanden, daran zu zweifeln, daß ein Gas auf ein anderes einen Druck ausübt.

Akustik.

Fortpflanzung des Schalles.

Beobachtungen über die akustische Klarheit oder Trübung der Atmosphäre.*) Auf Veranlassung der „Elder Brethren of the Trinity House" wurden im vorigen Jahre an der Küste von Kent unter der Leitung von John Tyndall Beobachtungen über die Tragweite der Nebelsignale angestellt, deren Ergebnisse die Unrichtigkeit dessen dargethan haben, was man bis jetzt in der Wissenschaft hinsichtlich des Einflusses der größeren oder geringeren Durchsichtigkeit der Luft auf die Fortpflanzung des Schalles angemommen hat. Man hat immer geglaubt, daß klare, ruhige Luft, welche dem Licht leichten Durchgang gestattet, auch den Schall weit leiten müsse, während Nebel, Regen oder Schnee, wie sie optisch die Luft trüben, auch akustisch eine Trübung oder Verdunkelung herbeiführen, d. h. die Fortpflanzung des Schalles hemmen. Man nahm an, daß jedes einzelne Wasserkügelchen, jede Schneeflocke den Schall reflectirt und daß durch diese große Menge von Reflexionen die

*) Nature, 1874 Jan. 29, p. 251 u. Febr. 5, pag. 267. — Poggend. Ann. Jubelband, S. 668.

Intensität der Schallwelle so geschwächt werde, daß sie schon in mäßiger Entfernung nicht mehr wahrnehmbar seien. Eine genaue Untersuchung des Sachverhaltes scheint seit Dr. Derham, der im Jahre 1708 in den Philos. Transactions eine Abhandlung über diesen Gegenstand veröffentlichte, nicht wieder angestellt worden zu sein. Tyndall hat allerdings schon vor Jahren eine Wahrnehmung gemacht, die geeignet war, Zweifel an der Richtigkeit der Derham'schen Ansicht zu erwecken. Er zog nämlich am 29. Dec. 1859 eine Linie über das Mer de Glace bei Chamouni in einer Höhe von fast 7000 Fuß, wo der Gletscher 1/2 engl. Meile breit ist. „Während des Tracirens," schreibt er,*) „fiel der Schnee so dicht, wie ich es nie in England gesehen. Und doch konnte ich durch den Schnee über den ganzen Gletscher sehen und meine Stimme wurde gehört. Nahe an der gegenüberliegenden Seite stand ein Gehilfe mir zufällig im Wege. Ich rief ihm zu, seitwärts zu treten, und er that es augenblicklich. Am Ende der Linie riefen die Männer „nous sommes finis" und ich hörte sie deutlich eine halbe (engl.) Meile weit durch den fallenden Schnee." Tyndall kam durch diese Wahrnehmung zu der Ansicht, daß man den Einfluß des fallenden Schnees auf die Fortpflanzung der Schallwellen übertrieben habe. „Der Schall scheint ungehindert durch die fallenden Schneeflocken zu gehen."

Auch die schalldämpfende Kraft des Nebels ist schon früher durch einzelne Wahrnehmungen von Beazeley und Douglas, deren Tyndall gedenkt, in Zweifel gestellt worden. Beazeley hat die Lundy-Island-Kanone während eines dichten Nebels in Hartland Point, 10 engl. Meilen entfernt, gehört, und Douglas konnte sogar auf dem Smalls Rock im Bristol Canal während eines Nebels die Kanonenschüsse des 25 Meilen weit entfernten Hafens von Milford wahrnehmen.

Was nun die Beobachtungen an der englischen Küste anlangt, so wurden dieselben am 19. Mai 1873 begonnen und bis 4. Juli fortgesetzt, am 8. October wieder aufgenommen und Ende November beendet. Als Signalinstrumente kamen zur Verwendung Holmes'sche Trompeten, die mit comprimirter Luft geblasen wurden, Dampfpfeifen, Kanonen und eine Dampfsirene.

---

*) Tyndall, d. Schall. Autor. deutsche Ausg. Braunschw. 1869, S. 23.

Die Dampfsirene ist von Prof. Henry an der Küste der Ver. Staaten als Nebelsignal eingeführt worden. Dieselbe ist von Brown in Newyork gebaut und besteht aus einer Scheibe mit 12 radialen Schlitzen, welche in eine trompetenförmig sich erweiternde Röhre eingesetzt ist und vor welcher eine gleiche, drehbare Scheibe steht, die durch einen Mechanismus in rasche Rotation versetzt wird. Das Rohr hat da, wo die Scheibe eingesetzt ist, eine Weite von 5 Zoll, setzt sich aber noch weiter fort und bildet einen an der Mündung 2¼ Fuß weiten und 16 Fuß langen Schalltrichter. Das Rohr selbst ist auf einen Dampfkessel gesetzt und wenn nun Dampf eintritt und die zweite Scheibe rotirt, so trifft bald ein Schlitz der einen auf einen Schlitz der andern Scheibe und es entsteht ein Stoß, bald treffen die Schlitze nicht zusammen und der Dampfstrom wird abgeschlossen. Der Dampf hatte bei den englischen Versuchen einen Druck von 70 Pfund auf den Quadratzoll. Jeder Stoß erzeugte bei diesem hohen Drucke eine Schallwelle von großer Intensität und die aufeinander folgenden Wellen verbanden sich zu einem musikalischen Ton, so intensiv, daß er sich am besten als eine continuirliche Explosion beschreiben läßt.

Als die Versuche am 19. Mai begannen, wendete man Nebelhörner und Pfeifen an, die am Fuße und auf dem Gipfel der South Foreland-Klippe bei Dover aufgestellt waren. Die beiden Nebelhörner bestanden aus Messingtrompeten von 11 Fuß 2 Zoll Länge, 2 Zoll Durchmesser am Mundstück und 22 Zoll am andern Ende; sie waren mit Stahlzungen von 9 Zoll Länge, 2 Zoll Breite und ¼ Zoll Dicke versehen und vertikal auf einen Kessel mit comprimirter Luft von 18 Pfd. Druck aufgesetzt, ihre Mündungen aber waren rechtwinklig umgebogen und der See zugekehrt. Von den beiden nach Art der Dampfpfeifen der Locomotiven construirten Pfeifen wurde die eine, von 6 Zoll Durchm., gleichfalls durch comprimirte Luft von 18 Pfd. Druck, die andere, von 12 Zoll Durchm., aber durch Dampf von 64 Pfd. Druck angeblasen.

Die Beobachter fuhren bei starkem Winde auf einem Dampfer in die See hinaus, in Entfernungen von je ½ engl. Meile haltend, um zu beobachten. Es stellte sich dabei eine große Ueberlegenheit der Trompeten über die Pfeifen heraus, die auch später bestätigt wurde. In drei engl. Meilen Ent-

fernung wurden aber die Trompeten als Nebelsignale unbrauchbar, wenngleich man ihren Klang noch schwach hörte.

Am folgenden Tage, bei ruhiger See und leichter Luft, war die Dampfpfeife in drei Meilen Entfernung unhörbar, die Hörner konnten nur schwach gehört werden. In 6 Meilen Entfernung kam nur von Zeit zu Zeit noch ein ganz schwacher Laut vom Horn zu den Beobachtern. Dagegen war der Schuß eines 18=Pfünders, der mit 3 Pfund Ladung in Dover Castel abgefeuert wurde, noch in 9,7 Meilen Entfernung für alle Beobachter hörbar, in 10 Meilen Entfernung hörten ihn einige, andere nicht.

Diesen Versuchen nach hätte man also annehmen sollen, daß als Nebelsignal die Kanone der Trompete immer weit voransteht. Es sollte sich wider Erwarten später zeigen, daß unter Umständen diese Ueberlegenheit aufhört.

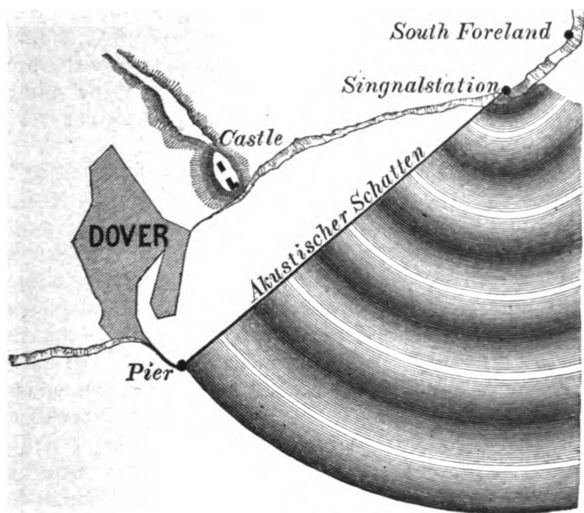
Am 2. Juni hörte man die Holmes'sche Trompete in 3, bisweilen selbst in 2 Meilen Entfernung kaum noch; später, als der Zustand der Atmosphäre sich gebessert hatte, konnte man sie noch in 6 Meilen Entfernung hören — gewiß wenig ermuthigende Resultate bei diesen viel gerühmten Instrumenten.

Das Wetter versprach am 3. Juni nicht viel. Der Himmel war mit schwarzen, drohenden Wolken bedeckt und ein feiner Nebel erfüllte die Luft. Dessenungeachtet waren die Trompeten in 9 Meilen Entfernung noch gut zu hören, und auch, als ein sehr heftiger Regenschauer mit großer Schnelligkeit hereinbrach, wurde die Deutlichkeit des Schalles nicht geändert; ja der Schall wurde, zu Tyndalls großem Erstaunen, eher noch kräftiger.

Am 10. Juni war der Schall der Trompete noch in 9 engl. Meilen Entfernung wahrnehmbar Eine auffallende Schwächung des Schalles wurde aber auf der nach Dover hinliegenden Seite der Küste wahrgenommen. Am 11. Juni wurde dieser Umstand näher untersucht, der Dampfer fuhr in der Richtung von der Signalstation nach dem Admiralty Pier (siehe Fig. 9). Schon in $3/4$ Meile Entfernung von der Station wurde der Schall schwach und ein Stück weiter fast unhörbar. Es wird dies dadurch bewirkt, daß eine Klippe in der Nähe der Station die directen Schallwellen abhält, so daß der ganze Raum zwischen einer Linie von der Station nach dem Pier und dem Lande im Schallschatten liegt; in diesen Schatten divergiren

nun die Schallwellen von der Seeseite und verlieren dadurch an Intensität in der Nähe jener Grenze. Dazu kommt noch die Interferenz der Schallwellen.

Fig. 9.



Am 25. Juni war die Trompete bis in $5\frac{1}{2}$ Meilen Entfernung, am 25. bis in 10 Meilen hörbar. Und doch wehte an ersterem Tage der Wind in Richtung des Schalles, am letzteren in der entgegengesetzten.

Es mußte also noch ein anderer Umstand als die Windrichtung auf die Tragweite des Schalles bestimmend einwirken. Die Klarheit der Luft konnte es auch nicht sein, welche diese große Tragweite verursachte; das hatten schon die Wahrnehmungen am 3. Juni dargethan, und am 1. Juli hörte man die Hornsignale selbst noch in 10 Meilen Abstand, obgleich die weißen Klippen der Küste gänzlich in dickem Nebel verborgen waren. Ja selbst auf dem Leuchtschiff, das etwa $12\frac{3}{4}$ Meilen entfernt vom Ufer lag, waren die Hornsignale hörbar. Am 2. war die akustische Klarheit der Luft wieder verschwunden: selbst bei

gestoppter Maschine und völliger Ruhe an Bord des Schiffes hörte man die Signale nicht weiter als 4 engl. Meilen. Noch größer war die akustische Undurchlässigkeit der Luft am 3. Juli, obgleich die letztere optisch völlig rein war. Die Klippen des Forelandes waren 10mal weiter sichtbar als am 1., aber der Schall war schon auf 1/6 der Entfernung abgeschnitten. Um 2 Uhr konnten weder Kanonen noch Trompeten die Luft bis auf 3, ja kaum bis auf 2 Meilen durchdringen. Die Beobachter auf dem Schiffe sahen deutlich die Dampfwolken der Pfeife und den Pulverrauch der Kanonen, der Schall drang aber nicht bis zu ihnen.

Es handelte sich nun um die Erklärung dieser räthselhaften Erscheinungen. Humboldt fand auf seinen Reisen in Südamerika das Getöse der Orinocofälle zur Nachtzeit bei weitem lauter als am Tage, obwohl Nachts Thierstimmen aller Art störend wirken. Er glaubte die Ursache in Strömen warmer Luft zu finden, die am Tage aufsteigen und durch ungleiche Mischung des elastischen Mittels der Fortpflanzung hinderlich sind, indem sie die Schallwellen manichfach brechen. Die Ebene zwischen ihm und den Fällen bestand nämlich aus Grasflächen und Felsen, und er fand am Tage die Temperatur der Felsen 30° höher als die des Grases. Ueber jeder erhitzten Felsenfläche mußte also ein Strom warmer, verdünnter Luft aufsteigen. Nachts hörten die aufsteigenden Luftströme auf. Indessen am 3. Juni konnten es nicht Ströme aufsteigender erhitzter Luft sein, welche den Schall so stark dämpften, denn es gab keinen Wechsel von Gras- oder Felsboden oder dergleichen. Tyndall kam daher auf den Gedanken, daß wohl der durch die kräftige Bestrahlung des Meeres entwickelte, der Luft unregelmäßig beigemengte, Wasserdampf die Ursache der akustischen Undurchläßigkeit der Luft sein möge. Dieser Dampf bildet, obgleich durchsichtig, eine akustische Wolke, von der die Schallwellen zurückgeworfen werden, wie dies mit den Lichtwellen bei einer gewöhnlichen Wolke der Fall ist. Mit dem Sinken der Sonne nahm die Bildung der Wasserdämpfe ab und die Luft wurde akustisch klarer.

Wenn wirklich die unregelmäßige Beimengung von Wasserdampf zur Luft in der angegebenen Weise schalldämpfend wirkt,

so läßt sich erwarten, daß von einer derartigen Luftmasse die Schallwellen als deutliches Echo reflectirt werden. Dies wurde in der That von Tyndall beobachtet, als er sich am 4. Juli Nachmittags an's Land begab und nun jene Luftmasse vor sich hatte. Die See war ruhig, der Himmel wolkenlos, nirgends war ein Schiff oder sonst ein Gegenstand, der den Schall hätte reflectiren können, sichtbar, und doch hörte man vollkommen deutliche Echos der Signale, anfangs fast so kräftig, wie die Signale selbst, dann schwächer und schwächer werdend.

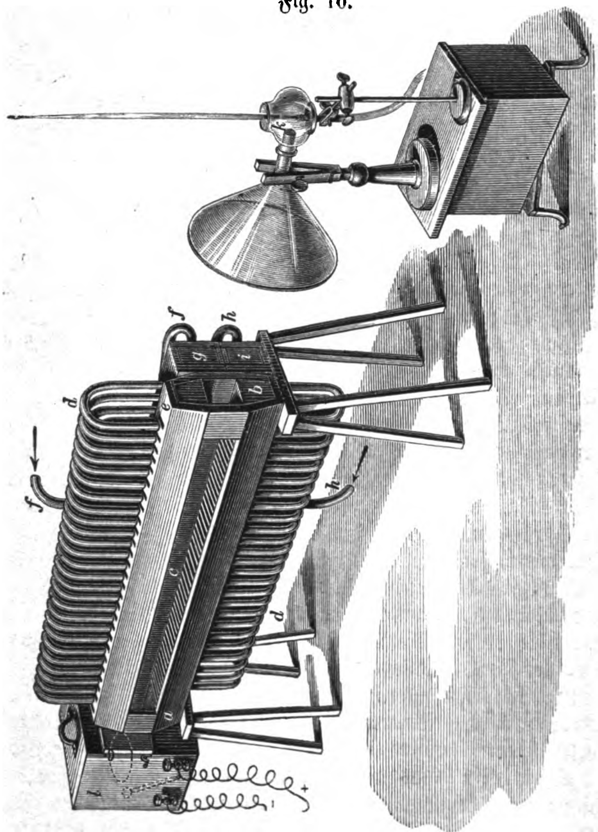
Diese Reflexion des Schalles von Luftflächen ist früher noch nicht experimentell nachgewiesen worden. Tyndall kam auf den Gedanken, daß abwechselnd Schichten von Kohlensäure und Leuchtgas, von denen die erstere wegen ihrer Schwere niedersinkt, das letztere aber aufsteigt, sich gut eignen möchten. Sein Assistent Cottrell hat in der That einen Apparat construirt, mit welchem die Erscheinung leicht nachweisbar ist (s. Fig. 10).

Durch den Kasten ab geht ein an beiden Enden offenes, vorn durch eine Glaswand geschlossenes Rohr c, dessen Querschnitt ein Quadrat von 2 Zoll Seite ist. Der Raum ober- und unterhalb des Rohres ist durch verticale Scheidewände in Zellen getheilt, deren rechteckige Mündungen in das Rohr münden, und zwar so, daß immer eine obere Oeffnung genau über einer unteren steht. Die erste, dritte, fünfte ꝛc. obere Zelle communicirt durch ein Rohr d mit dem Kohlensäurebehälter g, die zweite, vierte, sechste ꝛc. untere Zelle ist durch ein Rohr d mit dem Leuchtgasbehälter i verbunden. Die Zellen, welche keine Rohre d tragen, münden nach oben, beziehentlich nach unten in die freie Luft. Die Rohre f und h dienen zur Zuführung von Kohlensäure und Leuchtgas nach g und i. In dem Kasten l befindet sich eine electrische Glocke, deren Schall in die Röhre c geworfen wird. Ein paar Fuß vom andern Ende der Röhre c entfernt ist eine sensitive Flamme k mit Schalltrichter aufgestellt.

Wenn kein Gas durch f und h eingeführt wurde, so verkürzte und verlängerte sich die Flamme, genau den einzelnen Schlägen der Glocke entsprechend. Als aber Gas einströmte, entstanden in c 25 flache aufsteigende Ströme von Leuchtgas und ebensoviel absteigende von Kohlensäure, es bildeten sich also in dem vollständig durchsichtigen Medium im

Innern des Rohres 50 Scheidewände. Die Reflexion des Schalles von diesen Gaswandungen war dann auch so kräftig, daß in wenig Augenblicken die äußerst empfindliche Flamme zur

Fig. 10.



Ruhe kam und so blieb, so lange Gase durch den Apparat geleitet wurden. Sowie aber die Gaszuführung aufhörte, sprach die Flamme wieder auf jeden Glockenschlag an.

Als die Beobachtungen im October von Neuem aufgenommen wurden, benutzte man auch die Brown'sche Sirene zum Signalgeben. Die Echos, welche diese Töne hervorriefen, waren besonders merkwürdig. Wie bei den Trompeten und Pfeifen waren sie völlig stetig und wurden allmälig schwächer. Der einfache Klang der Sirene wurde manichfaltiger gemacht durch die Echos; es war, als wenn eine Anzahl Trompeter antworteten und sich dann rasch nach der französischen Küste entfernten. Die Dauer dieser Echos betrug 11 Secunden, die des Nebelhorns blos 8 Secunden.

Am Morgen des 8. October war die optische Klarheit der Luft vortrefflich; die Küste von Frankreich war deutlich zu sehen, der Leuchtthurm von Cap Grisnez, wie das Monument und die Kathedrale von Boulogne waren mit bloßem Auge erkennbar. Dessenungeachtet war die Luft für den Schall nur schlecht durchlässig. Die Sirene hörte man allerdings in 5¼ Meile Entfernung noch ziemlich deutlich, die Trompete aber nur ganz schwach. Nachmittags zogen schwere Wolken auf und ergossen sich in einem Regenschauer von tropischer Heftigkeit. Durch dieses furchtbare Wetter wurden aber die Töne gerade verstärkt und als der Donner vorüber war, hörte man den Schall in 7½ Meilen Entfernung lauter als vorher in 5 Meilen, offenbar eine Folge der Beseitigung des für die Verbreitung des Schalles so nachtheiligen Wasserdampfes.

An demselben Tage wurden auch Versuche über den Zusammenhang zwischen Tonhöhe und Durchdringungsvermögen angestellt. Bei 480 Wellen in der Secunde zeigte sich der Schall der Sirene etwas schwächer als der des Hornes, bei 400 aber merklich stärker. Uebrigens zeigte sich die Sirene an diesem und dem folgenden Tage den Hörnern und in einzelnen Fällen auch den Kanonen überlegen.

Am 10. und 11. wehte der Wind so heftig, daß der Dampfer einen Zufluchtsort aufsuchen mußte. Bei Beobachtungen am Lande wurden in zwei Fällen Kanonenschüsse in 550 Yards Entfernung gegen den Wind nicht mehr gehört, der Schall der Sirene aber stieg zu einer durchdringenden Stärke an. Mit dem Wind wurde der Kanonenschuß 5mal so weit gehört und würde selbst 15mal so weit gehört worden sein. Das Momentane des Kanonenschalles macht es möglich, daß er unter

Umständen durch einen einzigen Windstoß vernichtet wird. Tiefe Töne leiden überhaupt mehr als hohe unter einem entgegengesetzten Winde, seien sie momentan oder nicht.

Der 14. October war anfangs der Fortpflanzung langer Schallwellen günstig: die Töne einer canadischen Pfeife waren erst nicht hörbar, wurden aber plötzlich vernehmbar, als man die Tonhöhe erniedrigte. Aber schon nach 3 Stunden hatten sich die Umstände geändert; die hohen Töne der Sirene wurden gehört, Kanone und Nebelhorn nicht. Doch auch dieser Zustand war nicht von langer Dauer. Dabei behielt der Wind dieselbe Intensität und Richtung bei.

Auch an den folgenden Tagen wurde wiederholt die Ueberlegenheit der Sirene constatirt. Das Holmes'sche Horn hält Tyndall überhaupt für unbrauchbar, Dampfer rechtzeitig vor gefährlicher Annäherung an die Küste zu warnen. Am zweckmäßigsten ist eine Sirene, welche 400 bis 480 Wellen in der Secunde erzeugt. Der Dampfdruck wurde bei den Versuchen von 40 bis 80 Pfund auf den Quadratzoll geändert, und es wuchs mit dem Drucke die Intensität des Schalles, wenn auch nicht proportional.

Ergänzende Versuche über den Einfluß des Nebels auf die Fortpflanzung des Schalles wurden während der dichten Decembernebel in London von Tyndall und Cotterell angestellt. Sie bestätigten vollständig die Resultate der Küstenbeobachtungen und widerlegten die alte Ansicht, daß der Nebel den Schall dämpfe.

Das wahre Hinderniß für den Durchgang des Schalles durch die Atmosphäre besteht sonach nicht in Regen, Hagel, Dunst, Nebel oder Schnee, überhaupt nicht in Wasser in fester oder flüssiger Form, sondern in gasförmigem Wasser, welches der Luft beigemischt ist und sie akustisch trübe und wolkig macht. Diese akustische Trübe zeigt sich oft gerade an Tagen von überraschender optischer Klarheit.

Prof. Challis in Cambridge hat im Aprilheft 1874 des Philos. Mag. eine Theorie des Einflusses angedeutet, welchen Nebel und Wasserdampf auf die akustische Durchlässigkeit der Atmosphäre ausüben. Gestützt auf die Erscheinung des farblosen Nebelbogens betrachtet er den Nebel als bestehend aus un-

gemein kleinen Wasserkügelchen. Er zeigte dann, daß die Reflexion der Schallwellen von der Unmasse dieser kleinen Kügelchen keine merkliche Schwächung der Intensität bewirken kann, daß aber die Verengung des Raumes durch diese Wassertheilchen umgekehrt die Schallbewegung steigern und weiter fortpflanzen könne, ähnlich wie durch Verengung eines Flußbettes die Strömung stärker wird. Dampfgehalt dagegen bewirkt nach Challis eine beträchtliche Schwächung der Schallintensität.

Ueber die Schallbewegung in gebogenen und verzweigten Röhren hat Adolph Seebeck in Berlin*) Versuche angestellt, aus denen sich ergiebt,

1) daß die allmälige Umbiegung einer Röhre jedenfalls nur einen sehr geringen Einfluß auf die Größe der Wellenlänge ausübt, der sich bei Interferenzversuchen, die man durch Reflexion erhält, kaum geltend macht. Es ist daher anzunehmen, daß sich die Bewegung der Luft in solchen Röhren parallel der Achse fortpflanzt.

2) Ist dagegen die Röhre plötzlich eckig umgebogen, so hat dies, wenigstens bei den schwachen Tönen einer Stimmgabel, einen sehr bemerkbaren Einfluß auf die Schallbewegung in der Röhre, und es scheint, als ob hier die Bewegung der Lufttheilchen nicht plötzlich mit der Röhre ihre Richtung ändere.

Diese Sätze sind für die Theorien der musikalischen Instrumente von gewissem Interesse, da hier beide Arten gebogener Röhren in Anwendung kommen, allmälig gekrümmte bei den verschiedenen Blasinstrumenten, geknickte bei den tiefen „gekröpften" Orgelpfeifen.

Versuche über die Fortpflanzung des Schalles in der Seine. Während der Belagerung von Paris dachte man daran, ein akustisches Telegraphensystem im Wasser der Seine herzustellen und der Minister der Oeffentlichen Arbeiten, Dorian, beauftragte den Physiker F. Lucas mit der Anstellung von Versuchen**) Die Versuche, welche Colladon und Sturm im Jahre 1827 auf dem Genfersee angestellt haben, berechtigten einigermaßen zu der Erwartung, daß es möglich sein

*) Progr. des Joachimsthal'schen Gymnas. 1872. Poggend. Ann. b. 149, S. 129.
**) Comptes rendus, 1872 juillet 22.

werde, auf diese Weise von der belagerten Stadt aus mit der Außenwelt in Verkehr zu treten. Denn bei diesen Versuchen wurde bei Rolle eine 65 Kilogr. schwere Glocke ins Wasser getaucht und angeschlagen, deren Klang dann in der Gegend von Thonon, 13,500 Meter von der ersten Station entfernt, mittels eines Hörrohres beobachtet wurde, dessen erweiterte und mit einer Membran verschlossene untere Oeffnung ins Wasser getaucht wurde. Nach dem von Lucas erstatteten Bericht stellte sich aber bei den Versuchen in Paris, die im Wesentlichen wie auf dem Genfersee angestellt wurden, das Ergebniß heraus, daß in fließendem Wasser die Tragweite des Schalles, selbst in Richtung der Strömung viel geringer ist. Bei einer 40 Kilogr. schweren Glocke ließ sich der Schall bis auf 1800 Meter wahrnehmen. Der viel intensivere Klang einer 354 Kilogr. schweren Bronzeglocke wurde sogar schon in 14 bis 1500 Meter Entfernung unbemerklich.

Die Schallgeschwindigkeit in einer Kautschukschnur hat Professor Stefan in Wien gleich 46 Meter bestimmt, mittels eines Meßapparates, der mit jedem Chronoskop verbunden werden kann.*)

Messung der Intensität des Schalles.

Während die Höhe und Klangfarbe der Töne quantitativer Bestimmung leicht zugänglich sind, fehlt es noch an einem Verfahren zur Messung der Intensität des Schalles. Es hat indessen neuerdings Alfred M. Mayer, Professor am Stevens-Institut in Hoboken, Ver. St., ein Verfahren angegeben,**) welches wenigstens in gewissen Fällen eine quantitative Vergleichung der Intensitäten zweier Töne gestattet. Das Princip, von welchem derselbe ausgeht, ist folgendes.

Wenn zwei Schallimpulse sich bei der Fortpflanzung durch ein elastisches Medium begegnen und wenn an der Stelle des Zusammentreffens die Moleküle des Mediums in Ruhe bleiben, so ist klar, daß dort die beiden Impulse entgegengesetzte Phasen und gleiche Intensität besitzen.

Dieses Princip hat nun Mayer in folgender Weise zur

*) Wiener Acad. Anzeiger. 1872 No. XV.
**) Philos. Mag. Vol. XLV. Fourth series. Jan.—June 1873, p. 90.

experimentalen Bestimmung des Verhältnisses zweier Schallintensitäten verwendet, vorausgesetzt, daß die Tonhöhe beider Töne dieselbe ist. Man kleidet zwei an einander stoßende Zimmer mit einem den Schall nicht leitenden Stoffe aus und bringt in jedes Zimmer einen Körper, welcher mit constanter Intensität tönt; oder man stellt diese letzteren auch im Freien auf und stellt eine den Schall nicht reflectirende Scheidewand dazwischen. In einer bestimmten Entfernung von jeder Tonquelle ist ein auf den Ton der Tonquelle ansprechender Resonator aufgestellt und an jedem Resonator ein gleich langer fester Gummischlauch befestigt. Beide Schläuche werden zu einer gabelig getheilten Röhre geführt, sodaß die beiden Schallimpulse sich an der Verbindungsstelle der beiden Schenkel treffen und hier zur Interferenz kommen. Diese Stelle communicirt nun mit einer König'schen Manometerkapsel, und wenn blos eine Tonquelle thätig ist, so sieht man in dem zugehörigen rotirenden Spiegel ein zackiges Lichtband. Kommen aber zwei Töne von gleicher Höhe und Intensität zur Interferenz, und zwar bei entgegengesetzten Phasen, so heben sich die Schwingungen auf, die Membran bleibt in Ruhe und man erblickt im Spiegel ein Lichtband mit geradlinigem obern Rande. Sind die Intensitäten nicht gleich, so kann man die Entfernung des einen Resonators von der Schallquelle ändern, bis die Gleichheit hergestellt ist. Indem man dann den Abstand jeder Schallquelle von ihrem Resonator mißt, kann man mittels des Satzes, daß die Intensitäten in verschiedenen Entfernungen sich verhalten umgekehrt wie die Quadrate dieser Entfernungen, leicht das ursprüngliche Intensitätsverhältniß berechnen. Indessen hängt es auf diese Weise vom Zufall ab, ob die beiden Schallwellen bei gerade entgegengesetzten Phasen zur Interferenz kommen; ist aber der Phasenunterschied nicht eine halbe Wellenlänge, so heben sich die Schwingungen nicht auf, trotzdem daß die Intensitäten gleich sind. Diesen Uebelstand hat Mayer beseitigt, indem er ein Stück des einen Gummirohres durch eine Glasröhre von der Länge einer halben Welle ersetzt, in welcher eine andere gleichlange Glasröhre luftdicht verschiebbar ist. Man hat, indem man das System der beiden Röhren auszieht oder zusammenschiebt, die Möglichkeit, den Weg des einen Wellenzuges zu verlängern oder zu verkürzen, bis beide Züge bei entgegengesetzten Phasen interferiren. Dieses giebt sich dadurch zu

erkennen, daß im Spiegel die Zacken des Lichtbandes entweder ganz verschwinden oder auf ein Minimum gebracht werden.

Schrilltöne.

Mit diesem Namen bezeichnet man gewisse Töne, meist von kurzer Dauer, die auch häufig als Geräusche betrachtet werden. Es gehören dahin die Töne, welche beim Reiben mit einer scharfen Spitze über glatte Flächen, beim Schreiben mit spitzer Kreide, bei der raschen Bewegung eines Korkstöpsels über eine nasse Glastafel und in verwandten Fällen entstehen.

So hat Galilei, wie er am Ende des ersten seiner Dialoge berichtet, die Wahrnehmung gemacht, daß solche Töne durch eine Reihe von rasch auf einander folgenden Schlägen erzeugt werden*) Als er nämlich, um eine Messingplatte von Flecken zu befreien, dieselbe mit einem schneidenden Eisen schabte, hörte er deutliche Schrilltöne und bei Betrachtung der Metallfläche beobachtete er dann eine lange Reihe von feinen, unter einander parallelen Streifen. Nur wenn Schrilltöne bemerkt wurden, entstanden diese Streifen; auch konnte man in der Hand deutlich das Zittern des Eisens fühlen. Galilei bemerkte auch, daß die Höhe des Tones sich mit der Geschwindigkeit des Schabens änderte, und er hat bei dieser Gelegenheit eine numerische Bestimmung gemacht, über welche er folgendes schreibt:

„Dann merkte ich unter den Saiten des Cymbals zwei an, welche mit jenen, bei den durch das Schaben entstandenen Lauten im Einklang waren, und fand sie genau um eine vollkommene Quinte verschieden, und wie ich darauf die Abstände der Striche, welche dem einen und dem anderen Streichen angehörten, maß, so fand sich, daß der Abstand des einen 45 Theile enthielt und 30 Theile der des andern, welches in Wahrheit die der Quinte beigelegte Form ist“.

Wir erwähnten oben die beim Schreiben mit Kreide häufig auftretenden Töne als hierher gehörig. Neuerdings hat Houstow darauf aufmerksam gemacht,**) daß ein Stück Kreide, mit wel-

*) Strehlke in Poggend. Ann. Bd. 43, S. 525.
**) Les Mondes, 1873 janv. 30; Carl's Repert. der Exper.-Physik. Bd. IX, S. 60.

chem man auf eine schwarze Tafel schreibt, ein einfaches Hilfsmittel bildet, um die Schwingungen, welche einen Ton von gewisser Höhe erzeugen, für einen größeren Zuhörerkreis sichtbar aufzuzeichnen. Man hält zu dem Ende den Kreidestift an einem Ende, ohne ihn zu drücken, und neigt ihn so, daß er mit der schwarzen Tafel einen Winkel von ungefähr 30 Grad einschließt. Fährt man nun mit ihm über die Tafel hin, so wird er rasch vibriren und indem er bei gleichmäßiger Handbewegung die Tafel in gleichen Intervallen trifft, einen Ton erzeugen. Bei jedem Auftreffen auf die Tafel entsteht dabei eine Marke. Bei genauer Betrachtung dieser Marken kann man in vielen Fällen erkennen, daß eine jede von ihnen aus zwei oder mehr getrennten Marken besteht, von denen meist die eine mehr hervortritt als die anderen. Die erstere entspricht dem Grundton, die übrigen gehören den Obertönen an.

Eingehendere Untersuchungen über die Schrilltöne haben Dr. M. Kraß und Prof. Dr. H. Landois in Münster veröffentlicht.*) Den Anlaß dazu gab die Erscheinung, daß, wenn man die Schneide eines Messers, etwa eines Tafelmessers, mit dem vorderen Ende über eine Tischfläche fahren läßt, während die Messerfläche nahezu senkrecht zu derselben steht, das Messer ziemlich regelmäßig auf- und abspringt und so mehr oder weniger rasch auf einander folgende deutliche Schläge hervorbringt. Die Richtung der Messerfläche muß dabei derart sein, daß der stumpfe Wirbel vor dem sich bewegenden Messer liegt. Bewegt man das Messer bei derselben Stellung in umgekehrter Richtung, so springt es nicht auf und ab, sondern wird gleichmäßig über die Fläche geschleift. Während nun das Messer bei der ersteren Bewegung auf- und abspringt, macht es kleine Schnitte in den Tisch, deren Anzahl mit der der Schläge übereinstimmt. In vielen Fällen kann man die einzelnen Schläge hören. Wenn man sich aber eines feineren Messers bedient, so vermag man die Zahl der Schläge so zu steigern, daß ihre Unterscheidung mit dem Ohr unmöglich wird, und daß vielmehr ein bestimmter Ton entsteht, dessen Höhe mit Hilfe einer Stimmgabel leicht zu ermitteln ist. In diesem Falle kann man dann die Anzahl der Schläge mittels der kleinen auf der Tischplatte

*) Poggend. Ann. Bd. 150, S. 565.

entstandenen Rillen bestimmen. Dieselben sind aber nur selten mit bloßem Auge wahrzunehmen; es erscheint vielmehr auf dem Tische eine zarte Linie, die sich unter der Lupe in feine Rillen auflöst. Höhere Töne erzeugen sogar Rillen, die man bei auffallendem Licht erst mittels des Mikroskopes deutlich wahrnehmen kann.

Je glatter die Fläche ist, desto leichter entstehen constante Töne; polirte Metallflächen geben dieselben Resultate. Immer treten Rillen und Schrillton zusammen auf. Durch eine resonirende Unterlage kann man übrigens den letzteren bedeutend verstärken.

Glasplatten eignen sich ihrer Glätte wegen ganz besonders zu diesen Versuchen. Da aber die Spitze des Messers nicht in das Glas einschneidet, so mußten die Versuche einigermaßen abgeändert werden, um Rillen zu erhalten.

Zunächst wurde statt des Messers die Spitze eines Schreibdiamanten angewandt. Wenn der Halter desselben einen Winkel von etwa 60° mit der Fläche bildet, so gelingt der Versuch leicht; doch muß ein mäßiger Druck mit der Hand ausgeübt werden, weil sonst nur Schnittlinien und keine Rillenlinien enstehen. Diese Rillenlinien auf Glas unterscheiden sich von denen auf Holz oder Metall dadurch, daß die einzelnen Rillen zusammenhängen, wohl in Folge der großen Härte des Diamantes. Sie gehen in schöne Wellenlinien von außerordentlicher Feinheit und Regelmäßigkeit über; bei einer solchen Linie wurden 180 Rillen auf ein Millimeter gezählt, obwohl nur ein ziemlich stumpfer Diamant zu Gebote stand. Man kann diese Linien sehr schön im durchgehenden Lichte unterm Mikroskop untersuchen. Man sieht da, wie jede Unregelmäßigkeit in der Glasfläche sich in der Rillenlinie kund giebt; auch bemerkt man während des Versuches, daß an solchen unregelmäßigen Stellen der Schrillton seine Höhe oder Klangfarbe ändert. Deshalb ist die Anwendung geschliffener Glasplatten anzurathen.

Um auch die Spitze des Messers auf Glas anwenden zu können, überzieht man eine geschliffene Glastafel mit einer feinen Schicht einer vorher filtrirten dünnen Gummilösung, indem man die Lösung über die Platte gießt und ablaufen läßt; es ist zweckmäßig, die Platte schräg aufzustellen, die überzogene Seite nach unten, damit sich keine Staubtheilchen ansetzen. Man läßt

diesen Ueberzug, den man kaum merkt, völlig trocknen. Wenn man sich eine gewisse Uebung angeeignet hat, so schneiden sich die Rillenlinien sehr schön in diese Schicht ein und der Schrillton wird sehr deutlich und von constanter Höhe. Um die Linien unterm Mikroskop deutlicher zu sehen, überzieht man die Gummischicht nach dem Trocknen mit einer feinen Rußschicht oder man setzt dem Gummi gleich ein wenig Tusche zu. Auch eignen sich jodirte und gesilberte Collodiumglasplatten, welche nach der Belichtung einen zarten schwarzen Ueberzug besitzen, recht gut zu diesen Versuchen. Der Abhandlung von Kraß und Landois sind mehrere photographische Abbildungen solcher Rillenlinien in 200facher Vergrößerung beigegeben.

Es wurden ferner diejenigen Schrilltöne untersucht, welche durch Reiben einer Glasfläche mit einem nassen Korke entstehen. Der Umstand, daß beim allmäligem Trocknen der Flüssigkeit an dem Korke oder auf dem Glase die Töne immer weniger hörbar werden, führte auf den Gedanken, eine gefärbte Flüssigkeit anzuwenden, und die Spuren des Korkes beim anfangenden Trocknen der Flüsssgkeit zu untersuchen, noch ehe der Ton selbst erlischt. Es wurde dazu Dinte gewählt, und es zeigten sich bei der Unterbrechung des Versuches im richtigen Momente auf den einzelnen Reibungslinien unterm Mikroskope die schärfsten Wellensysteme. Dieselben können indessen nur bei starkem, auffallendem Lichte, am besten im directen Sonnenlichte, deutlich gesehen worden.

„Ueberall, wo freie Hervorragungen über eine glatte Fläche streifen, vernehmen wir ähnliche Schrilltöne, die zuweilen außerordentlich bestimmt sind und längere Zeit constant bleiben, meist aber wohl rasch wechselnd und in einander übergehend auftreten. . . . Wir hören diese schrillen Töne beim Drehen schlechtgeölter Thür- und Fensterangeln oder Karren- und Wagenräder; sie dringen in unser Ohr im Coupé, wenn der Zug zum Stehen gebracht wird, oder auf einem Spaziergange, wenn der Wind zwei glatte Baumäste an einander reibt. Ein wesentlicher Unterschied in der Entstehung dieser Töne und der Töne, die ein Geiger entweder fest greifend oder von einem Griff zum andern wischend auf seinem Instrumente hervorbringt, kann nicht aufgestellt werden. Selbst die Harmonie tritt bei ihnen zuweilen in Doppeltönen auf, während die Melodie, nur der Kunst angehörend, selbstverständlich ausgeschlossen bleibt."

Ganz analoge Erscheinungen sind auch die **Reibungstöne der Gliederfüßer**. Bei Krabben, Spinnen, Käfern, Heuschrecken &c. sind die feinen Einschnitte auf ihren Raspelorganen bereits vorhanden, und über dieselben wird die scharfe Kante irgend eines Körpertheiles hin- und herbewegt. Auch bei ihnen steht die Tonhöhe im engsten Zusammenhange mit der Feinheit der Rillen und der Geschwindigkeit der Bewegung. Wenn die Feldheuschrecken mit den Schenkelbewegungen beginnen, so sind die Schrilltöne auch tiefer, als wenn die Strichbewegung rasch ausgeführt wird. Ist l die Länge der Raspelleiste in Millim., n die Anzahl der Rillen auf 1 Millim., t die Zeit, welche während des Angeigens der Raspelleiste verfließt, in Secunden, so ist die Schwingungszahl s durch die Formel gegeben

$$s = \frac{ln}{t}$$

Z. B. bei einem 18 Millim. langen männlichen Moschusbock Cerambyx moschatus, betrug die Länge der Reibleiste 1 Millim. und es wurden auf ihr 264 Rillen gezählt. Er bewegte die scharfe Kante der Vorderbrust ungefähr 6 mal in der Secunde über seinen Schrillapparat, es war also $t = \frac{1}{6}$. Daraus folgt $s = 2184$, ungefähr entsprechend dem Tone cis^4.

Bei einem 27 Millim. langen Weibchen derselben Species war $l = 1,5$, $ln = 304$, und wenn man hier für t wieder den vorigen Werth einsetzt, so findet man $s = 1824$, ungefähr dem Tone a^3 entsprechend. Es ist auch leicht wahrzunehmen, daß bei dieser Käferspecies das Männchen einen höheren Ton giebt als das Weibchen.

Beim Riesen-Gartenbock, Cerambyx heros, ist $l = 3,4$, $n = 70$, $t = 0,32$; also $s = 744$, ohne entsprechend fis^2.

Auch zur Erforschung von Tönen, die wir entweder ihrer Schwäche oder ihrer Höhe wegen nicht mehr wahrnehmen, eignet sich dieses Verfahren. Bei dem kleinen Böckchen, Gracilia pygmaea, ist $l = 0,375$ Millim., $ln = 113$, $t = 0,08$ Sec.; also ist $s = 1413$, zwischen f^3 und fis^3. Wir hören indessen diesen Ton nicht, jedenfalls seiner Schwäche wegen.

Endlich kann man auch bis zu einem gewissen Grade Aufschluß erhalten über die **Töne fossiler Insecten**, wenn man die Zahl der Rillen auf der Reibleiste zu zählen im

Stande ist, und die Geschwindigkeit des Anstreichens derselben so wie bei anverwandten lebenden Arten annimmt.

Tönende Flammen.

Fr. Kastner hat in einer Sitzung der pariser Akademie auf eine eigenthümliche Erscheinung aufmerksam gemacht, die von ihm zur Construction eines musikalischen Instrumentes benutzt worden ist.*) In einer Glasröhre von 55 Centim. Länge, 4,1 Centim. Weite und 1/4 Centim. Glasstärke befinden sich, 18,3 Centim. vom unterm Ende entfernt, ein Paar Brenner, aus denen zwei getrennte Wasserstoffflammen hervortreten. So lange diese Flammen getrennt sind, geben sie den Ton f an; sobald man aber mittelst eines Mechanismus die beiden Flammen einander so weit nähert, daß sie sich berühren, verschwindet der Ton. Auch wenn man beide Flammen, ohne ihre ursprüngliche Entfernung zu verändern, in der Röhre in die Höhe schiebt, so nimmt der Ton an Intensität ab, um in der Mitte der Röhre ganz aufzuhören. Rückt man dagegen die Flammen abwärts bis zum Viertel der Röhrenlänge, so nimmt die Stärke des Tones zu; an dieser Stelle kann man auch die Flammen einander nähern, ohne daß sie aufhören zu tönen. Kastner macht noch darauf aufmerksam, daß verschiedene Umstände, namentlich die Form der Brenner, von wesentlichem Einfluß auf die Erscheinung sind.

Auf diese Erscheinung hat nun Kastner die Einrichtung eines Instrumentes gegründet, welches einen der menschlichen Stimme sehr ähnlichen Klang haben soll. Dieses sogenannte „Pyrophon" besteht aus drei Claviaturen, die wie bei der Orgel zu kuppeln sind; die einzelnen Tasten stehen in Verbindung mit den Gaszuleitungsröhren in den Glasröhren, und sobald man eine Taste niederdrückt, trennen sich die entsprechenden Flammen, worauf ein Ton entsteht. Läßt der Druck nach, so gehen die Flammen wieder zusammen und der Ton verschwindet.

Verschiedene Versuche über tönende Flammen, und zwar sowohl über solche, welche in Röhren tönen, als über

*) Comptes rendus, 1873 mars 17, p. 699.

frei brennende, hat Prof. Mauritius im Osterprogr. 1873 des Gymnasium Casimirianum in Coburg beschrieben.

Derselbe hat u. A. die Versuche über die Anregung einer in einer Röhre brennenden Flamme zum Tönen durch eine andere dahin abgeändert, daß er in einer Glasröhre zwei Flammen, die eine nach unten, die andere nach oben brennen ließ. Wenn die abwärts gerichtete Stichflamme zuerst in den oberen Theil der Röhre eingeführt wird, bemerkt man bei kürzeren und weiteren Röhren keine Neigung zum Tönen, auch wenn man den Flammen den Ton der Röhre vorsingt. Sobald man aber die aufwärts brennende Flamme dem unteren Theile der Röhre nähert, geräth die obere Flamme in die größte Aufregung und giebt die Obertöne wechselnd oder dem Anscheine nach gleichmäßig von einem zum andern steigend an, bis sie auf dem Grundton zur Ruhe kommt, wenn die untere Flamme vollständig in die Röhre eingeführt ist. Wird nun, wenn beide Flammen tönen, die obere entfernt, so kann die untere in dem Falle, daß sie für sich allein nicht zum Tönen zu bringen war, auch nicht selbstständig weiter tönen. Die obere aber, obwohl auch für sich allein nicht zum Tönen geneigt, kann, einmal durch die untere angeregt, auch allein weiter tönen.

Im allgemeinen findet Mauritius die abwärts brennende Flamme sehr empfehlenswerth für Versuche über das Tönen, weil sie weit leichter als die aufwärts brennende dazu gebracht werden kann, diese letztere aber auch unter Umständen zum Tönen veranlaßt, wo andere Mittel fehlschlagen.

Eine merkwürdige Erscheinung zeigte ein Eisenbrenner mit so feiner Oeffnung, daß er endlich bei 9 Centim. Wasser-Druck nur eine etwa 5 Centim. lange Flamme gab. Derselbe wurde auf ein Stück eisernen Gasrohres von 12 Millim. Durchmesser aufgekittet und in eine Glasröhre von 104 Cent. Länge, 15 Millim. oberem und 22 Millim. unterem Durchmesser bis etwa in ein 1/4 der Länge eingeführt. Man konnte dann die Flamme so regeln, daß sie eine Einschnürung zeigte und neben dem Grundton auch noch zwei deutliche Obertöne gab. Oberhalb der Einschnürung zeigte die Flamme dann eine Reihe rasch aufeinander folgende Lichtperlen, welche Mauritius mit der Schichtung des elektrischen Lichtes in einer Geißler'schen Röhre vergleicht, da sie aus über einander stehenden Hüten von Pilzen zu be-

stehen schienen. Es ließ sich nun eine Stelle für den Brenner finden, in welcher diese Perlen stillstanden und durch die Schwingungen der Flamme nicht bewegt wurden. Schob man den Brenner ein wenig tiefer in die Röhre hinein, so setzten sich die Perlen in Bewegung und zwar von oben nach unten. Eine entgegengesetzte Verschiebung des Brenners veranlaßte eine entgegengesetzte Bewegung der Perlen.

Ein ähnlicher Versuch wurde mit einem gewöhnlichen Argandbrenner angestellt, dessen viele kleine Oeffnungen auf einem Kreisringe angebracht waren. Das durchbrochene Bodenblech, welches die Luftzuführung vermittelt, trug feine Schlitze, und der Brenner füllte mit seiner Fassung die 6 Centim. weite Glasröhre ziemlich aus. Letztere war beiderseitig durch aufgesteckte Pappröhren bis zu einer Gesammtlänge von etwa 1,7 Meter verlängert worden, so daß die Mitte des Glascylinders auf das Ende des untersten Viertels fiel. Als die Flamme bis ungefähr an diese Stelle eingebracht wurde, gab sie neben dem kräftigen Grundton auch mehrere Obertöne und zeigte einen Aufbau in zwei und sogar drei Stufen, einer dreifachen Krone vergleichbar. „Man denke sich den gelben Schluß des cylindrischen blauen Flammenmantels noch zweimal im blauen Theil herum gelegt. Diese gelben Gürtel wogten, immer verjüngt wieder emporsteigend, mit den Tönen auf und nieder. Bei einer gewissen Oeffnung des Hahnes können sie stationär erhalten werden und gewähren dann einen überraschenden Anblick."

Wahrscheinlich gehören diese Perlen oder Gürtel den Obertönen an.

Noch erwähnt Mauritius eines Versuches, bei welchem eine kleine unter starkem Druck nach unten brennende Flamme die Gestalt eines Kugelstückes, ähnlich der Blumenkrone einer Heidelbeere, annahm und von einem leuchtenden Reif begrenzt wurde, in welchem sich sehr rasche spiralförmige Bewegungen leuchtender Theilchen entwickelten.

Rücksichtlich der Versuche über freibrennende Flammen verweisen wir auf den Aufsatz von Mauritius selbst und führen nur noch kurz die wesentlichsten Resultate an:

Die Zacken an schallempfindlichen Gasflammen sind die Anfänge einer Zerlegung der Flammen in einzelne tönende Streifen. Man kann diese Zerlegung auch vollständig machen.

Eine Schnittbrennerflamme kann mit der ganzen Fläche gleichmäßig steigende Töne geben. Beim Steigen des Tones verkürzt sich das blaue Segment.

Lochbrennerflammen geben reine harmonische Töne mit eingeschnürten Stichflammen. Die Zuführung von Luft unter den Brenner erhöht sehr bedeutend die Fähigkeit desselben zum Tönen.

Den Orgelpfeifen entfahren vom Labium individualisirte vibrirende Gasbüschel.

Eine einfache, cylindrische, frei brennende Flamme giebt Töne, wenn man sie an einem Drahtnetz reibt. Dieselben werden höher, wenn das geriebene Stück des Strahles kürzer wird.

Hilfsmittel zum Sichtbarmachen von Schallschwingungen.

Um die Luftschwingungen einer offenen Pfeife sichtbar zu machen, hat Mach feinen Kieselsäurestaub angewandt.*) Im Knoten der Pfeife wurde eine leichte Membran ausgespannt, welche nicht das Tönen, wohl aber den Luftzug verhinderte. Auf die obere Holzwand der horizontal liegenden Pfeife war etwas Kieselsäurestaub aufgeschüttet, der dort anhaftete, aber herabfiel, wenn die Luft in Schwingungen versetzt wurde, namentlich wenn man mit dem Finger auf die Wand klopfte. Die Staubtheilchen blieben dann in der Luft schweben und nahmen an deren Schwingungen Theil.

Die Seitenwände der Pfeifen bestanden aus Glas. Durch sie konnte man nun die kleinen, von der Sonne beschienenen Kieselsäurestäubchen unter dem Einflusse der Luftschwingungen als feine, helle, der Pfeifenachse parallele Linien erblicken, die am längsten am offenen Ende erschienen. Durch ein Stück Spiegel, das man mit den Händen faßte und mit den Fingern um eine der Pfeifenachse parallele Achse drehte, wurde jedes Stäubchen sofort in eine schöne Wellenlinie ausgezogen.

Früher hatte Mach Rauchwolken von Salmiak in die Pfeife gebracht, um die Luftschwingungen sichtbar zu machen; dieselben eignen sich aber nicht so gut zum Erkennen der Wellenlinien, wie die Kieselsäurestäubchen.

---

*) Optisch-akustische Versuche. Prag 1873. S. 46.

Ein anderes Verfahren, die Luftschwingungen sichtbar zu machen, besteht in der Anbringung eines kleinen Spiegels auf einer oscillirenden Membran. Mach versenkt das eine Ende einer Kautschukröhre in die tönende Pfeife; am andern Ende ist eine vierkantige hohle Holzpyramide von etwa 4 Quadrat-Centim. Grundfläche und zwei Centim. Höhe angesetzt, deren Basis durch eine Membran gebildet wird. Auf letztere wird ein leichtes Spiegelchen, etwa ein versilbertes Mikroskopdeckglas, aufgelegt, dessen Rand man an die eine Basisseite mit dünnem Papier anklebt, während die Mitte durch ein untergelegtes Holzsplitterchen und etwas Leim mit der Mitte der Membran verbunden wird. Fällt ein Lichtstrahl auf das Spiegelchen, so erblickt man an einer gegenüberliegenden Wand eine helle Linie, und wenn man die Kapsel mit dem Spiegel zugleich um die zur Schwingungsachse des Spiegels senkrechte Achse dreht, so entsteht eine schöne Wellenlinie. Bourbouze hat*) einen ganz ähnlichen Vorschlag gemacht. Diese Experimente sind indessen wegen des störenden Eiflusses der Membranen mehr zu Demonstrationen als zu Studien geeignet.

Zu den Hilfsmitteln zum Sichtbarmachen der Luftschwingungen gehört auch der Brenner, den Mach vor etwa 5 Jahren construirt hat, um die Trommelfellschwingungen am menschlichen Ohre sichtbar zu machen. Eine gebogene und in eine Spitze ausgezogene Glasröhre aa (Fig. 11) ist an ihrer Mündung mit einem Gefäße b umgeben, welches mit Oel gefüllt ist, und über die Spitze ist ein Hohldocht gezogen. Die Flamme c ist dann für Schwingungen im Innern der Glasröhre äußerst empfindlich, und wenn man an der weiten Oeffnung der Glasröhre einen Schall erregt, so werden der Flamme die gewaltigsten Excursionen ertheilt.

Fig. 11.

Transversal schwingende Flammen, d. h. solche, bei denen die akustische Bewegung senkrecht zur Ausströmungs-

*) Comptes rendus, 1873 nov. 10, p. 1099.

richtung des Gases ist, während sie bei den König'schen Flammen in die Ausströmungsrichtung selbst fallen, hat E. Mach dadurch hergestellt, daß er vor die Mündung einer horizontal liegenden Orgelpfeife einen Gasbrenner bringt, der eine schmale verticale Flamme liefert. Statt dessen kann man den Brenner auch irgendwo im Innern der Flamme anbringen, nur muß die Längenrichtung der Pfeife zu derjenigen der Flamme senkrecht stehen.

Ein interessanter Versuch, den man mit solchen Flammen machen kann, besteht darin, daß man einen gewöhnlichen König'schen Brenner auf die Seitenwand einer Pfeife bringt, wobei derselbe eine longitudinal schwingende Flamme liefert, die man dann vor die Mündung einer zweiten Pfeife bringt. Tönen beide Pfeifen isochron, so entsteht eine eigenthümliche, stehende Flammenform. Wenn aber beide Pfeifen Schwebungen mit einander geben, so ändert sich die Flamme, indem sie, jeder Schwebung entsprechend, eine ganze Reihe von Formen durchmacht, die den Lissajou'schen Figuren entsprechen.

Mach hat dann weiter darauf aufmerksam gemacht, daß man in der Messung des größten Horizontalabstandes der Ränder der transversal schwingenden Flamme ein ebenso einfaches als bequemes Mittel hat, die Excursionen der schwingenden Lufttheilchen zu ermitteln, also die Schallintensität zu bestimmen.

Das Phonoptometer von Lissajous.*)

Dieses Instrument dient zum optischen Studium periodischer oder continuirlicher Bewegungen und ist nach denselben Principien eingerichtet, wie das Vibrations-Mikroskop desselben Physikers. Während aber dieses Instrument nur zum Studium sehr naher Schwingungsbewegungen zu gebrauchen ist, ist das Phonoptometer in der Nähe und Ferne zu benutzen. Es wird ganz einfach mittels einer elektrisch bewegten Stimmgabel eines der Gläser eines terrestrischen Fernrohres in Schwingungen versetzt und damit dem Bilde eines beobachteten leuchtenden Punktes eine oscillirende Bewegung ertheilt. Schwingt dieser Punkt selbst, so erblickt der Beobachter eine leuchtende Curve, deren Formen genauer studirt werden können. Am bequemsten

*) Comptes rendus, 1873 avril 7, p. 878.

ist es, dasjenige Glas in Schwingungen zu versetzen, welches das Bild umkehrt, d. h. das zweite Glas, gerechnet von dem dem Objective nächsten Theile des Oculars.

Mit diesem Instrumente kann man auch die Geschwindigkeit eines Projectiles nach einem von Desprez beschriebenen Verfahren ermitteln. Man beobachtet nämlich einen am Projectil befindlichen hellen Punkt, dessen Bild, in Folge der Oscillationen des Glases, im Gesichtsfelde des Fernrohres eine geschlängelte Linie beschreibt, die in ihrer ganzen Ausdehnung sichtbar ist und durch die Anzahl ihrer im Gesichtsfelde enthaltenen Sinuositäten unmittelbar die Geschwindigkeit des bewegten Punktes zu bestimmen erlaubt.

Melde's Wellenapparat.*)

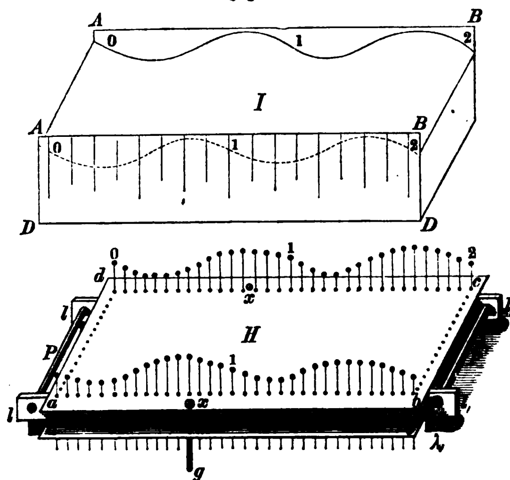
Nach Wheatstone's Auffassung kommen die Chladni'schen Klangfiguren dadurch zu Stande, daß zwei oder mehr Wellenbewegungen unter einem bestimmten Winkel die Scheibe durcheilen und hierbei an den Stellen, welche Ruhelinien werden, sich aufheben. Um diesen Vorgang einem Zuhörerkreise genügend klar zu machen, hat F. Melde einen Apparat angegeben, der vom Universitäts-Mechanicus Süß in Marburg angefertigt wird.

Der Apparat besteht aus zwei Theilen. Der Theil I (Fig. 12) wird gebildet von einem Holzgestell, dessen Längsseiten oben nach einer Wellenlinie 0 1 2 ausgeschnitten sind der Art, daß zwischen 0 und 2 zwei volle Wellen zu liegen kommen und über 0 und 2 hinaus noch ein kleiner Fortsatz nach der Wellencurve vorhanden ist. Ueber diese Leisten ist dann eine Zinkplatte so gelegt, daß dieselbe, wenn sie mittelst einer genügenden Anzahl Schräubchen fest und ohne fehlerhafte Krümmungen aufgeschraubt ist, eine Wellenfläche I bildet, auf welche die Füße der Strickstöcke von dem zweiten Theile des Apparates zum Aufsitzen kommen. Außer diesem Zinkbleche sind an die Seitenflächen zwei rectanguläre Zinkbleche ABCD aufgeschraubt, deren verticale Höhe AD oder BC etwas größer ist als die Höhe der Wellenberge über der Basis DC. Um die Bruchtheile, etwa

*) Poggend. Ann. Jubelband, S. 101.

Achtelswellen, zu erkennen, ist an diesen Blechen die Wellencurve abgezeichnet und mit verschieden langen Strichen durchsetzt, so daß man leicht eine Phase einstellen kann.

Fig. 12.



Der zweite Theil des Apparates besteht aus zwei rectangulären Zinkblechen abcd, die durch zwei Holzleisten l l_1 in paralleler Lage von einander festgehalten werden. Sie sind der Länge nach mit 33, der Quere nach mit 17 Löchern durchbohrt, so daß 33 mal 17 oder 561 Strickstöcke in bekannter Weise so eingesetzt werden können, daß ihre Fußpunkte eine Ebene bilden, während die Köpfe eine Wellenfläche darstellen, genau derselben Art wie die Wellenfläche I. Da die Entfernung der äußersten Wellenlinien 012 von einander gleich einer Wellenlänge ist, so leuchtet ein, daß, wenn das System II unter 90° auf die Fläche I gesetzt wird, alle denkbaren Interferenzgebilde zum Vorschein kommen, die eine quadratische Scheibe liefern kann, im Falle sie von zwei ganz gleichartigen Wellenbewegungen parallel den Seiten durcheilt wird.

Das Aufheben und Aufsetzen von II geschieht so, daß

man beiderseits an den Handhaben P anfaßt. Damit aber die Drähte nicht leicht aus der untersten Zinkplatte abcd, wenn man den Theil II etwa auf eine ebene Tischplatte aufsetzt, sich ausheben, sind unterhalb dieser Zinkfläche noch zwei Leistchen $\lambda\lambda_1$ aufgeschraubt, so daß diese zunächst aufsitzen und die Füße der Drähte ungefähr zwei Centimeter unter abcd noch hinausragen.

Setzt man das Drahtsystem II in paralleler Stellung auf I, so leuchtet ein, daß so die Interferenzgesetze für zwei gleichgerichtete gleiche Wellen erläutert werden können. Läßt man eine solche Stabreihe nicht auf I aufsitzen, sondern vor der Fläche ABCD bleiben, so hat man in dieser die eine Componente, während die zweite in der auf ABCD aufgezeichneten Wellenlinie 012 zu sehen ist und die Resultante von den Drahtköpfchen angegeben wird, die den auf I sitzenden Drähten angehören.

Abgesehen hiervon soll der Apparat verschiedene Schwingungen einer quadratischen Scheibe versinnlichen. Zu dem Ende wird II unter 90° auf I gesetzt. Um aber hierbei leicht irgend eine Phase von II mit irgend einer von I combiniren zu können, sind durch die Bleche abcd in je einer Achtelswelle stärkere Löcher xx senkrecht über einander gebohrt, um durch sie zwei dickere Metallstifte zu stecken, die nach unten um ein beträchtliches Stück über die Füße der Strickstöcke hinausragen und durch einen Knopf oben am Durchfallen verhindert werden. Hält man beim rechtwinkligen Aufsetzen II so hoch, daß die Füße der Drähte nicht an I irgend wie anstoßen, sondern nur die längeren Stifte g sich vorn an ABCD anlehnen, so ist klar, wie jetzt eine durchs Einstecken von g bestimmte Phase von I combinirt werden kann, indem man II senkrecht auf I herabläßt und nun weiter über I hinschiebt, bis man die gewünschte Phase auch bei I eingestellt sieht.

Explosionen, durch hohe Töne veranlaßt.

Champion und Pellet haben vielfach durch hohe Töne erregte Explosionen des Jodstickstoffs beobachtet.*) Wenn man zwei Glasröhren von 15 Millim. Durchmesser und 2,4 M.

*) Poggend. Ann. Ergänzungsbd. 6.

Gesammtlänge durch einen Papierstreifen verbindet, auf jedes Ende ein Papierstückchen bringt, welches 0,03 Grm. Jodstickstoff enthält und eines dieser Papierstückchen verpuffen läßt, so verpufft das andere ebenfalls. Doch ist die Explosion des zweiten Papieres keineswegs durch den Luftdruck bewirkt; denn ein kleines in die Röhre gebrachtes Pendel wird durch die Explosion nicht mehr bewegt, als wenn man mit dem Munde stark in die Röhre bläst.

Werden solche Papiere an den Saiten eines Contrabasses, Violoncells oder Violons befestigt, so zeigt sich, daß die tiefen Töne keine Wirkung ausüben; wohl aber bewirken die hohen Töne eine Explosion, und die sehr hohen, welche man durch Rupfen der Saiten hinter dem Stege erzeugt, haben dieselbe Wirkung.

Ebenso erzeugen chinesische Tamtams mit hohen Tönen Detonationen, nicht aber die mit tiefen Tönen.

Zwei parabolische Hohlspiegel von 0,5 M. Durchmesser wurden in 2,5 M. Entfernung von einander aufgestellt; in den Brennpunkt des einen und in die Mitte des Abstandes beider Spiegl wurde eine kleine Menge Jodstickstoff gebracht, im Brennpunkt des andern Spiegels aber ließ man eine kleine Menge Nitroglycerin explodiren. In Folge davon verpuffte der Jodstickstoff im Brennpunkte des ersten Spiegels, der in der Mitte zwischen beiden Spiegeln blieb unverändert. Statt Nitroglycerin konnte man auch andere explodirende Substanzen anwenden. Doch war die Explosion nicht eine Folge der Wärme, denn 0,03 Grm. Nitroglycerin entwickeln nicht mehr Wärme als 0,9 Grm. Pulver, erzeugen aber eine Explosion, die der von 8 bis 10 Grm. Pulver gleichkommt. Als die Spiegel mit Kienruß geschwärzt worden, brachten 10 Grm. Pulver keine Explosion des Jodstickstoffes hervor, wohl aber 0,03 Grm. Nitroglycerin.

Neue Messung der Lichtgeschwindigkeit.

Fizeau ist bekanntlich der erste, welcher — im Jahr 1849 — die Zeit bestimmte, die das Licht gebraucht, um eine verhältnißmäßig kleine Strecke, zweimal 8633 Meter, zu durchlaufen, und welcher auf diese Weise einen Werth für die Geschwindigkeit des Lichtes fand. Früher kannte man nur zwei

auf astronomischem Wege gefundene Werthe für diese Größe: den von Römer aus den Verfinsterungen der Jupitertrabanten abgeleiteten von 41900 geogr. Meilen oder 310000 Kilometern, und den von Bradley aus der Aberrationsconstante (20″25) berechneten von 41500 Meilen oder 307000 Kilometern. Diesen beiden Werthen haftet aber der Uebelstand an, daß sie mit Benutzung des Abstandes der Sonne von der Erde berechnet sind, einer Größe, deren genauen Werth man auch gegenwärtig noch nicht kennt. Von dieser Unsicherheit ist das Fizeau'sche Verfahren frei. Dasselbe besteht wesentlich in Folgendem: In Suresnes (Paris) wurde das Beobachtungsfernrohr aufgestellt, in welchem ein schräger ebener Spiegel angebracht war, der das Licht, welches durch einen seitlichen Ansatz auf ihn fiel, in der Achse des Fernrohres reflectirte. Der Lichtstrahl ging dann bis zur zweiten Station, auf dem Montmartre, und wurde dort von einem Planspiegel wieder nach dem Fernrohr in Suresnes zurückgeworfen, wo er durch den aus einer unbelegten Glastafel bestehenden Spiegel hindurch in das Auge des Beobachters gelangte. Vor dem Spiegel war nun ein Zahnrad angebracht, dessen Umfang in das Fernrohr hineinragte. Wenn dasselbe mit mäßiger Geschwindigkeit rotirte, so erschien, trotz der in das Gesichtsfeld tretenden Zähne das erstere immer hell, eine Folge der Nachdauer des Lichteindruckes. Das Licht verschwand aber, sobald die Geschwindigkeit des Rades so groß wurde, daß dieses um einen Zahn oder um drei, fünf 2c. Zähne fortrückte, während das Licht den Weg von 2.8633 Metern zurücklegte. Dies trat aber zum ersten Male ein als das Rad 12,6 Umdrehungen in der Secunde machte. Da dasselbe nun 720 Zähne hatte, so drehte es sich in dem 2.12,6.720sten Theile einer Secunde um eine Zahnbreite, und da gleichzeitig das Licht 2.8633 Meter zurücklegte, so beträgt die Geschwindigkeit des Lichtes 2.12,6.720.2.8633 Meter in der Secunde. Als Mittel aus 28 Bestimmungen fand Fizeau 315000 Kilom. = 42500 Meilen.

Aehnliche Distanzen wie hier kamen auch bei dem im Jahre 1862 von Foucault angewandten Verfahren in Anwendung. Sonnenlicht fiel auf einen mit Strichen von 0,1 Millim. Entfernung versehenen Silberspiegel, wurde von diesem reflectirt und ging dann zwischen einem drehbaren ebenen und

fünf Hohlspiegeln hin und her, worauf es wieder auf den ersten Spiegel fiel. Das Bild der Striche schien nun etwas verschoben und aus der mit dem Mikroskop gemessenen Größe dieser Verschiebung sowie aus dem vom Lichte zurückgelegten Wege und der Rotationsgeschwindigkeit des drehbaren Spiegels fand sich der Werth für die Lichtgeschwindigkeit = 298000 Kilom. oder 40100 Meilen.

Berechnet man aus diesem Foucault'schen Werthe und aus der Aberrationsconstante die Entfernung der Erde von der Sonne, so ergiebt sich dieselbe etwa um 1/20 kleiner, als früher angenommen wurde. Nun sprechen aber auch, wie mehrfach in diesem Jahrb. erwähnt worden, verschiedene astronomische Gründe für einen solchen kleineren Werth jener Entfernung, und wenn auch die Beobachtungen der Venusdurchgänge 1874 und 1882 hoffentlich diese Frage entscheiden werden, so bleibt es doch immerhin interessant, auch auf anderem Wege, durch genaue Ermittelung der Lichtgeschindigkeit, eine Entscheidung herbeizuführen. Das Foucault'sche Verfahren leidet aber an den Mängeln, die überhaupt der Methode der rotirenden Spiegel anhaften und außerdem sind die Einzelheiten der Versuche gar nicht hinreichend bekannt, um ein Urtheil über die Zuverlässigkeit des gewonnenen Resultates zu gestatten.

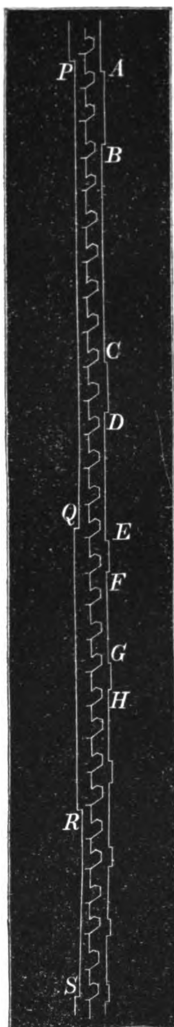
Es hat deshalb Alfred Cornu mehrere Jahre hindurch neue Versuche nach dem Fizeau'schen Verfahren angestellt.*) Er hat aber dieses Verfahren mehrfach geändert und verbessert.

Bei den Fizeau'schen Versuchen machte die Herstellung einer durch mehrere Secunden constanten Rotationsgeschwindigkeit des Zahnrades für das Maximum und Minimum der Lichtintensität große Mühe. Cornu sah deshalb von der Gleichförmigkeit der Rotation ab und ertheilte dem Rade eine beschleunigte oder verzögerte Bewegung, welche elektrisch registrirt wurde. Ebenso wurden auch die Augenblicke, in denen der Lichtstrahl verschwand und wieder erschien elektrisch registrirt und auf denselben Papierstreifen, der diese beiden Registrirungen empfing, wurden auch die Secunden aufgezeichnet. Die Aufzeichnung erfolgte durch feine Nadeln, die über ein mit Lampenruß

*) Comptes rendus 1871 octobre 2, p. 857; 1873 février 10, p. 338.

geschwärztes, auf einen Cylinder gerolltes Papier strichen. Im Ruhezustand beschrieben sie Schraubenlinien, die abgewickelt gerade Linien lieferten; sowie aber die Nadel durch den Einfluß des zu ihr gehörigen Elektromagneten bewegt wurde, verschob sich diese Linie. Die beistehende Fig. 13 zeigt ein Stück eines solchen Streifens vom Anfange einer Beobachtungsreihe aus dem Juli 1872. Die mittelste Linie giebt die Rotationsgeschwindigkeit an. Während ein Zahn eine Contactfeder berührt, wird die Linie verschoben, wie die Strecken AB, CD, EF, GH zeigen, die in Folge der wechselnden Rotationsgeschwindigkeit immer kürzer werden; vom Anfang einer Abweichung bis zu dem der nächsten (entsprechend den Strecken AC, CE ꝛc.) gingen jedesmal 50000 Zähne des Zahnrades vor dem Spiegel vorüber. Die Linie links endlich wird von der Nadel beschrieben, welche der Beobachter mittels eines Schlüssels, wie beim Morse-Telegraphen dirigirt; von P bis Q und von R bis S war das Licht verschwunden.

Fig 13.



Mancherlei Vorsichtsmaßregeln waren ergriffen, um die Achsen der beiden Apparate, des Beobachtungsfernrohrs auf der einen und des Collimators für die Reflexion auf der andern Station genau in dieselbe Gerade einzustellen und um die Spiegelfläche genau in die Focalebene des Collimators zu bringen. Letzteres muß mit großer Genauigkeit geschehen, soll nicht das Licht auf seinem Rückwege beträchtlich geschwächt werden. Diese Bedingung wurde übrigens sehr vollständig erfüllt, indem Cornu sich des Silberhäutchens, das

an einigen Punkten des Spiegels abgelöst war, wie eines Fadenkreuzes bediente.

Auch der Motor für das Zahnrad wurde wesentlich verbessert. Da der von Froment construirte Bewegungsmechanismus, dessen sich Fizeau bedient hatte, eine zu beträchtliche bewegende Kraft erforderte, so wurde er ganz aufgegeben und Cornu bediente sich eines Uhrmechanismus von der im Handel unter dem Namen „roulants carrés“ vorkommenden Form. Echappement und Zeigerwerk wurden weggenommen und das Sperrrad wurde durch ein leichteres mit feinerer Verzahnung (104, 116 und 140 Zähne) ersetzt. Durch Einlegung einer starken Feder in das Federhaus wurde eine Geschwindigkeit von 7—800 Umgängen in der Secunde erlangt. An der Achse des Minutenzeigers wurde noch ein elektrischer Contact zur Registrirung der Geschwindigkeit des Mechanismus, eine Bremse zur Regulirung dieser Geschwindigkeit und ein zweites Federhaus angebracht, wodurch das Zahnrad in eine Rotation von entgegengesetzeer Richtung versetzt werden konnte.

Die ersten Versuche wurden zwischen nur 2½ Kilometer von einander entfernten Stationen, zwischen der Polytechnischen Schule in Paris und dem Thurm der Verwaltung der Telegraphenlinien, angestellt. Für die definitiven Versuche aber wurde eine größere Entfernung genommen. Die Beobachtungsstation ward in einer Mansarde des Pavillons der Polytechnischen Schule eingerichtet; hier war das Beobachtungsfernrohr (von 180 Millim. Oeffnung und 2,40 Meter Focallänge) mit dem Zahnrad, dem Bewegungsmechanismus, dem Beleuchtungssystem und Registrirapparat aufgestellt. Die andere Station befand sich in dem Zimmer einer Caserne des Mont Valérien; sie enthielt nur den Collimator für die Reflexion, bestehend aus einem fernrohrartig montirten Objective von 110 Millim. Oeffnung und 2,40 Meter Focaldistanz mit einem kleinen Planspiegel von versilbertem Glase in der Focalebene. Die Entfernung beider Stationen wurde zu 10310 ± 10 Meter ermittelt.

Aus ungefähr 650 Beobachtungen wurden folgende Werthe für die Lichtgeschwindigkeit berechnet; sie sind geordnet nach der Reihenfolge des Verschwindens des reflectirten Lichtes.

2. Verschwinden	. . . . 302 600	Meter	(17)
3. „	. . . . 297 300	„	(236)

4.	Verschwinden	.... 298 500	Meter	(376)
5.	=	.... 298 800	=	(480)
6.	=	.... 297 500	=	(91)
7.	=	.... 300 400	=	(27)

Die eingeklammerten Zahlen drücken die relativen Gewichte der berechneten Werthe aus. Sie sind erhalten worden, indem man die Zahl der Beobachtungen mit 2n—1 multiplicirte, wo n die Nummer der Verdunkelung bedeutet, das Product dann noch mit 1, 2, 3, 4 multiplirte, je nach dem Grade der Güte der Beobachtung und endlich mit 10 dividirte. Als Gesammtmittel ergiebt sich 298400 Meter. Durch Multiplication mit dem Brechungsindex der Luft = 1,0003 erhält man für die Geschwindigkeit im luftleeren Raume 298500 Meter. Cornu glaubt, daß diese Zahl bis auf 1/300 richtig ist. Man bemerkt die auffällige Uebereinstimmung mit der Foucault'schen Bestimmung.

Da trotz der ungünstigen atmosphärischen Verhältnisse von Paris oft eine sehr große Intensität des reflectirten Lichtes mit einer Hydrooxygengas-, ja sogar mit einer Petroleumlampe erhalten wurde, so würden sich nach Cornu's Meinung diese Versuche ohne viel größere Schwierigkeit unter günstigen atmosphärischen und topographischen Verhältnissen für Entfernungen von 20 bis 30 Kilometer anstellen lassen, und man könnte dann die Lichtgeschwindigkeit bis mindestens zum tausendsten Theile genau ermitteln.

Die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Mikroskope.

Ueber die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Mikroskope liegen zwei ausführliche Arbeiten vor, eine von E. Abbe,*) die andere von Helmholtz.**) Beide kommen zu dem Ergebnisse, daß diese Grenze sehr nahe erreicht ist.

Helmholtz hat theoretisch für weißes Licht in Luft die Größe der kleinsten wahrnehmbaren Distanz zu

$$0,000275 = \frac{1}{3636} \text{ Millim.}$$

*) Schultze's Archiv für mikroskop. Anatomie. Aprilheft 1873 (9. Bd.). S. 413.

**) Poggend. Ann. Jubelband, S. 557.

berechnet, wobei er den Divergenzwinkel der eintretenden Strahlen gleich einem rechten setzt. Eine stärkere Vergrößerung würden allerdings die neuerdings von Hartnack mit so glücklichem Erfolg construirten Immersionslinsen, eine Idee von Amici, gestatten, wenn es möglich wäre die Divergenz der Strahlen bis zu halbkugeliger Ausbreitung zu treiben. Man erhielte dann

$$\frac{1}{4848}\text{ Millim.}$$

als Länge der kleinsten noch wahrnehmbaren Distanz. Indessen reducirt sich der Divergenzwinkel bei diesen Immersionssystemen auf etwa 48°, wenn man sie in normaler Weise gebraucht, so daß Wasser zwischen Objectiv und Deckgläschen eingeschaltet ist. Es ist aber nach den von Harting veröffentlichten Messungen die Größe der mit einem Hartnack'schen Objectivsystem No. 10 wahrgenommenen kleinsten Distanzen

$$\frac{1}{3313}\text{ Millim.}$$

und damit stehen in naher Uebereinstimmung die von L. Dippel an den feinsten noch erkennbaren Liniensystemen der Diatomaceen angestellten Messungen. Er kam bis zu $\frac{1}{3500}$, an dem feinsten Nobert'schen Liniensystem $\frac{1}{3600}$.

Aeltere Angaben von Sollitt und Harrison aus dem Jahre 1853 gehen allerdings viel weiter. Von den erkennbaren Linien der Navicula Arcus sollen 5120 auf ein Millimeter gehen. Damit wäre die theoretische Grenze der Sichtbarkeit weit überschritten. Es ist aber die Zuverlässigkeit dieser Messungen zu bezweifeln.

Außer der vielleicht zu erreichenden Steigerung der Strahlendivergenz für Objecte, die in Wasser liegen, könnte, nach Helmholtz, die Leistungsfähigkeit der Mikroskope noch gesteigert werden durch Anwendung von blauem Licht, eine Idee, welche Hartnack bereits bei seinen im vorigen Jahre in Wien ausgestellten Instrumenten versucht hat. Für die wirklich ausgeführten Immersionsmikroskope gäbe dies

$$\frac{1}{4654}\text{ Millim.}$$

als Grenze der Sichtbarkeit. In den Photographien wirkt hauptsächlich das blaue Licht, und dieselben scheinen in der That etwas mehr zu leisten, als das Auge bei weißer Beleuchtung. Helmholtz erwähnt eine von Dr. J. Stinde mit einem Gundlach'schen Objective angefertigte Photographie von Surinella gemma, in welcher Linien sichtbar sind, von denen 3800 bis 4000 auf das Millimeter gehen.

Damit verwandt ist die Ansicht von Abbe, welcher glaubt, daß mit den heutigen Immersionssystemen die Grenze für directes Sehen erreicht ist, und daß man nur hoffen darf, durch photographische Aufnahme mikroskopischer Bilder etwas weiter zu kommen, da die chemisch-wirksamen Strahlen, wegen ihrer bedeutend kürzeren Wellenlänge, die Grenze der Unterscheidung nicht unbeträchtlich hinausrücken.

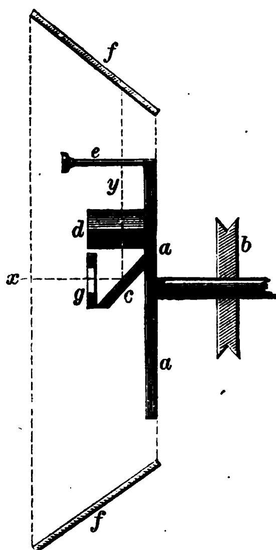
Das Haupthinderniß für eine weiter gehende Vergrößerung liegt in der Abnahme der Schärfe der Bilder. Diese aber ist hauptsächlich der Diffraction der Strahlen zuzuschreiben; die chromatischen und sphärischen Abweichungen der Linsen scheinen daneben, trotz der sehr großen Einfalls- und Divergenzwinkel der Strahlen, nur unerheblichen Einfluß zu haben. Durch die Diffractionserscheinungen wird das Bild im höchsten Grade complicirt. Bei gröberen Structurverhältnissen erscheint allerdings ein dem Objecte ähnliches Bild, bei sehr feinen Structuren aber, welche eine merkliche Beugung des Lichtes verursachen, findet diese Aehnlichkeit durchaus nicht mehr statt; vielmehr können verschiedene Structuren dasselbe Bild liefern, wenn der verschiedene Einfluß der Beugung des Lichtes künstlich beseitigt wird, und umgekehrt liefern gleiche Structuren verschiedene Bilder, sobald die Beugungseffecte andere werden.

F. J. Smith's Apparat zur Mischung der Spectralfarben.*)

Im Centrum einer Scheibe, deren Querschnitt a uns Fig. 14 zeigt und die durch eine Riemenscheibe b in rasche Rotation versetzt werden kann, ist unter 45° ein ebener Spiegel c befestigt. Vor demselben ist eine Metallplatte mit einem Schlitz

*) Nature, 1873 July 31, p. 262.

Fig. 14.



g angebracht und senkrecht zur Scheibe das Prisma d. Fallen nun Strahlen in der Richtung x durch den Spalt auf den Spiegel, so werden sie in der Richtung y reflectirt und durch das Prisma zerlegt. Es entsteht dann auf dem Schirm f, der die Scheibe in Form eines abgestumpften Kegels einrahmt, ein Spectrum, dessen Farben sich bei hinlänglich rascher Drehung der Scheibe mischen. Um einzelne Spectralfarben abblenden zu können, sind am Umfange der Scheibe mehrere Schieber e angebracht.

Spectralanalyse.

Zur Herstellung eines Spectrums kann man sich nicht blos der Brechung, sondern auch der Beugung bedienen. In letzterer Zeit hat Secchi zu den Beobachtungen der Sonnenprotuberanzen mit sehr gutem Erfolg ein Rutherfurd'sches Interferenzgitter statt des Prismas angewandt. Dasselbe ist auf einen Metallspiegel gravirt und enthält auf den Zoll 60000 feine Linien. Man erkennt auf diese Weise die feinsten Details der Protuberanzen, und zwar sowohl mit dem Spectrum erster Ordnung, als mit demjenigen zweiter oder dritter Ordnung. Da die Linie C im Spectrum dritter Ordnung nahe bei der Linie F im Spectrum vierter Ordnung liegt, so kann man eine Protuberanz in zwei verschiedenen Farben im Gesichtsfelde beobachten.

Nach Secchi giebt das Spectrum erster Ordnung dieselbe Dispersion, wie zwei gewöhnliche Flintglasprismen, das zweiter Ordnung wirkt gleich 4 Prismen 2c. Doch nimmt auch die

*) Comptes rendus, 1874 mars 2, p. 611.

Lichtintensität allmälig ab, wenn man zu den Spectren höherer Ordnungen übergeht, und die Spectralfarben mischen sich.

Ein Spectroskop à vision directe mit nur einem Prisma, welches als Taschenspectroskop ausgeführt dem Browning'schen an Kürze nicht nachsteht, hat H. Emsmann in Stettin beschrieben.*) Das Prisma ist vierseitig, wie Fig. 15 zeigt. Die Fläche ABGH ist die dem Spalt gegenüber liegende Objectivfläche, CDEF ist die Ocularfläche; der Spalt liegt parallel mit AH in der Mitte der Oeffnung der Objectivröhre. Das Spaltrohr läßt sich in der Röhre, welche das Prisma enthält, verschieben, so daß das zusammengeschobene Taschenspectroskop nur etwa 8 Centim. lang ist. Die Winkel an den parallelen Kanten AH, BG, CF und DE oder die Winkel A, B, C, D der Vorderfläche betragen 132°, 45°, 152°, 31° und die Seiten BC, BA und AD verhalten sich wie 1 : 1 : 1,5. In Fig. 16 ist der Weg eines auf die erwähnte Prismenfläche auftreffenden Lichtstrahles angegeben; derselbe tritt bei M ein, erleidet bei N, O, P totale Reflexion und tritt dann bei Q aus. Mittels einer Schraube kann man die Stellung des Prismas ändern und dadurch einzelne Farbenbänder des Prismas derart verbreitern, daß eine einzelne Farbe fast das ganze Feld des vollen Spectrums einnimmt.

Fig. 15.

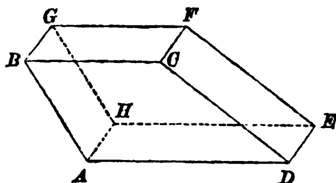
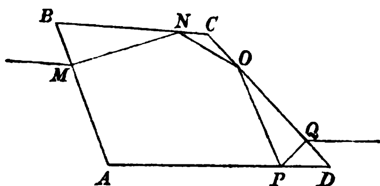


Fig. 16.



Derartige Spectroskope liefert der Mechaniker Kuhlo (Firma: Kuhlo und Bonzel) in Stettin zum Preise von 9 Thlr. Sie sind ihrer einfachen Handhabung und des billigen Preises hal-

*) Poggend. Ann., Bd. 150, S. 637.

der namentlich für Schulen zu empfehlen, wo es nur darauf ankommt, eine richtige Vorstellung von der Spectralanalyse zu geben.

J. Norman Lockyer hat zu wiederholten Malen, am 12. Decbr. 1872, 8. Mai und 27. Nov. 1873, der Royal Society Mittheilung gemacht über seine „Spectralanalytischen Untersuchungen in Verbindung mit dem Spectrum der Sonne."

In seiner ersten Mittheilung*) bespricht derselbe zunächst den Einfluß des Druckes auf die Dicke der Spectrallinien, der durch seine in Verbindung mit Frankland seit 1869 angestellten Untersuchungen festgestellt ist. Die bei dieser Arbeit angewandte Methode hat aber noch zur Kenntniß einer andern Eigenthümlichkeit der Metallspectra geführt. Läßt man nämlich ein Bild des elektrischen Funkens, der zwischen zwei metallischen Elektroden überspringt, auf den Spalt des Spectroskopes fallen, so treten in den Dämpfen nahe an den Elektroden einzelne Linien auf, welche erst in größerer Entfernung verschwinden, so daß also das Spectrum lange und kurze Linien enthält. Lockyer hat die Linien des Na, Li, Mg, Al, Mn, Co, Ni, Zn, Sr, Cd, Sn, Sb, Ba und Pb in dieser Hinsicht untersucht und die verschiedene Länge der Linien graphisch dargestellt.

In einzelnen Fällen wurde diese Spectra unter stetig abnehmendem Drucke beobachtet; dabei zeigte sich, daß die kürzesten Linien zuerst verschwanden und die längsten auch am längsten sichtbar blieben.

Da die reinsten und dichtesten Dämpfe die größte Anzahl von Linien im Spectrum zeigten, so war es von Interesse, Verbindungen eines Metalles mit einem nicht metallischen Elemente zu prüfen. Zunächst wurden Chlorverbindungen untersucht. Die kürzeren Metalllinien traten dann zurück und bei Veränderung der Bedingungen, unter denen die Funken überschlugen, blieben schließlich nur noch die längsten Metalllinien sichtbar. Lockyer macht dabei darauf aufmerksam, daß bei Metallen mit geringem Atomgewicht, die mit nur einem Aequivalent Chlor verbunden sind, verhältnißmäßig mehr Linien zurückbleiben, als bei Metallen von hohem Atomgewicht, verbunden mit 2 Aequivalenten Chlor.

Bekanntlich werden nicht alle Linien der metallischen Ele-

*) Philos. Mag., Jan.—June 1873, p. 147.

mente, die in der Sonne auftreten, umgekehrt. Lockyer zeigt nun, daß ausnahmslos nur bei den längsten Linien diese Umkehrung beobachtet wird. Auf Grund der Beobachtung einer geringen Anzahl von Linien zählt er auch Zink und Aluminium (vielleicht auch Strontium) zu den auf der Sonne vorhandenen Elementen.

Die zweite Mittheilung *) handelt von dem Spectrum der Haloidsalze von Blei, Strontium, Baryum, Magnesium und Natrium, welche alle abgebildet wurden. Lockyer kommt zu folgendem Ergebnisse:

Ein zusammengesetzter Körper hat gleich einem einfachen ein bestimmtes Spectrum; aber während das Spectrum des letzteren aus Linien besteht, deren Zahl und Breite bei einigen mit der Annäherung der Moleküle zunimmt, besteht das Spectrum einer Verbindung hauptsächlich in cannelirten Räumen und Banden, welche in gleicher Weise zunehmen. Kurz, die Moleküle eines einfachen Körpers und einer Verbindung werden rücksichtlich ihres Spectrums durch Annäherung oder Entfernung in gleicher Weise afficirt; oder mit andern Worten, beide Spectra haben ihre langen und kurzen Linien, nur sind die Linien des Spectrums des Elementes durch Banden oder cannelirte Streifen im Spectrum der Verbindung ersetzt. Stets entspricht die größte Einfachheit des Spectrums der größten Entfernung der Moleküle und die größte Complication (das continuirliche Spectrum) ihrer größten Annäherung.

„Die Wärme, welche nöthig ist, um das Spectrum einer Verbindung sichtbar zu machen, zerlegt dieselbe je nach ihrer Flüchtigkeit; die Anzahl wahrer Metalllinien, welche so zum Vorschein kommen, ist ein Maaß für die Dissociation und zweifellos werden in dem Maaße, wie sich die Anzahl dieser metallischen Linien vermehrt, die Banden der Verbindung immer schmaler."

Diese Resultate werden auf das Sonnenspectrum angewandt. Es erscheint nach den Secchi'schen Beobachtungen außer Zweifel, daß in der Atmosphäre der Sonne und einiger Sterne Verbindungen in Dampfform auftreten, und Lockyer vermuthet, daß die Veränderlichkeit mancher Sterne ihre Ursache haben mag in einem schwankenden Gleichgewichtszustande in

*) Philos. Mag., June—Dec. 1873, p. 407.

der Temperatur dieser Sterne, welche bald eine starke Absorption der Verbindung, bald eine solche der Elementar-Moleküle veranlaßt.

Ferner wurden noch die Spectra fogender Legirungen untersucht:

Sn	und	Cd	mit	10.0	5.0	1.0	und	0,15	Proc.	Cd
Pb	=	Zn	=	10.0	5.0	1.0	=	0.1	=	Zn
Pb	=	Mg	=	10.0	1.0	0.1	=	0.01	=	Mg

Dabei zeigte es sich, daß die Linien des zugesetzten Metalles in dem Maaße verschwinden, wie der Procentsatz kleiner wird; die kürzesten Linien verschwinden zuerst. Hierin fand nun Lockyer die ersten Keime zu einer quantitativen Analyse mit Hilfe des Spectroskopes. Er hat dann weitere Experimente angestellt, um diese zunächst noch ziemlich rohe Methode soweit zu vervollkommnen, wie zur praktischen Anwendung nöthig erscheint. Darüber verbreitet sich nun die dritte Mittheilung vom 27. Nov. 1873.*)

Während bei der qualitativen Spectralanalyse die Stelle, welche die Linien im Spectrum einnehmen, vorzugsweise in Betracht kommt, kommt es bei der quantitativen Spectralanalyse auf die Länge, Helligkeit und Breite der Linien an. Auch die beiden letzten Eigenschaften der Linien eines Bestandtheiles einer Legirung ändern sich mit Veränderung des Procentsatzes. Ja selbst wenn die Linien des einen Bestandtheiles verschwinden, wegen zu geringen Gehaltes, werden die Linien des andern Bestandtheiles noch merklich afficirt. Die Empfindlichkeit des Spectroskopes für geringe Zusätze ist sehr bedeutend. In einer Kupfer- und Silberlegierung blieben noch bei einem Gehalt von 0.05 bis 0.02 Proc. Silber Linien dieses Metalles sichtbar. Eine Kadmium- und Zinnlegiruug mit 0.15 Proc. Kadmium zeigte noch eine Kadmiumlinie; bei 10 Proc. waren wenigstens fünf sichtbar. In einer Legierung von Blei, Zinn und Zink mit 0.099 Proc. Kadmium war das Auftreten der Kadmiumlinien merklich ebenso wie in einer Legirung von 99.9 Zinn mit 0.1 Kadmium. In einer Gold- und Kupferlegierung bewirkte eine Vermehrung des Goldgehaltes um 1/1000 eine Verkürzung der Linien, eine gleichgroße Vermehrung des Kupfer-

*) Philos. Mag, Jan.—June 1874, p. 311 u. 384.

gehaltes eine Verlängerung. In einer Silber- und Kupferlegirung hatte eine Vermehrung des Silbers um 1/1000 eine Verlängerung der Linien, eine gleichgroße Vermehrung des Kupfergehaltes dagegen eine Verkürzung der Linien zur Folge.

In Folge dieser großen Empfindlichkeit der spectroskopischen Methode war es möglich, den Gehalt einer Legirung zu bestimmen, indem ihr Spectrum verglichen wurde mit den Spectren anderer Legirungen von bekanntem Gehalt.

Noch zwei andere Fragen hat Lockyer in dieser dritten Mittheilung behandelt: die Coincidenz der Linien verschiedener Spectra und die Existenz früher nicht nachgewiesener Elemente auf der Sonne.

Wenn die Spectra verschiedener Elemente einzelne Linien gemein haben, so gehören dieselben nur selten zu den längsten. Meist sind sie lang und hell in dem einen, aber kürzer und matter im andern Spectrum. So tritt eine der längsten Calciumlinien (Wellenlänge 4426.3 Zehnmilliontel-Millim.) auch im Strontiumspectrum als eine Linie mittler Länge auf und die Linie 4607.5, welche im Strontiumspectrum sehr lang ist, erscheint kurz beim Calcium. Thalén will ferner eine andere sehr lange Strontiumlinie, 4215.3, im Calciumspectrum beobachtet haben; Lockyer konnte dieselbe indessen nur in strontiumhaltigem Calcium erkennen. Es dürfte daher das Auftreten dieser Linie beim Calcium auf Verunreinigung desselben mit Strontium zurückzuführen sein.

Bei den Linien des Eisen, Kobalt, Nickel, Chrom und Mangan, welche mit Calciumlinien coincidiren, gilt die Regel, daß dieselben im Calciumspectrum lang, in den Spectren der andern Metalle nur kurz erscheinen. Lockyer glaubt, daß auch diese kurzen Linien durch Verunreinigung mit Calcium hervorgerufen werden.

Die nur vorläufigen Untersuchungen über die Existenz verschiedener Elemente auf der Sonne übergehen wir für diesmal, einen ausführlichen Bericht für die Zeit vorbehaltend, wenn sie zum Abschluß gekommen sein werden.

Henry Draper in New-York hat den ultravioletten Theil des Sonnenspectrums photographirt und diese Photographie mittels Albertypie vervielfältigt.*) Das Spec-

*) Comptes rendus, 1874 mars 9, p. 682. Außer der erwähn-

trum wurde erhalten mittels eines Gitters, welches 6481 Striche auf 1 Zoll engl. hat und das durch eine von Rutherfurd construirte Maschine hergestellt worden war. Das Spectrum reicht von der Fraunhofer'schen Linie G (Wellenlänge 4307 Zehnmilliontel eines Millim.) bis O (Wellenlänge 3440) und hat eine Länge von 0,305 Meter oder 12 Zoll engl. Um die Wellenlängen der verschiedenen Linien dieses Spectrums ermitteln zu können, bestimmte Draper diese Wellenlängen für zwei Strahlen mittels Benutzung der Uebereinanderlagerung von Spectren verschiedener Ordnung. Wenn man nämlich das Licht einer Spalte auf ein Gitter und auf ein passendes Linsensystem fallen läßt, so erblickt man auf einem in geringer Entfernung aufgestellten Schirme ein Bild der Spalte und auf beiden Seiten desselben eine Reihe von Spectren. Dabei legt sich das Spectrum zweiter Ordnung auf dasjenige dritter Ordnung derart, daß die Linie D_2 des ersteren auf H_2 des letzteren fällt und daß b_4 des ersteren nahe bei O des letzteren liegt. Man kann daher die Wellenlängen von H_2 und von einer nahe bei O liegenden Linie aus denen von D_2 und b_4 berechnen; außerdem kennt man noch die Wellenlänge von G. Es handelt sich nun blos noch um eine, am Spectrum anzubringende Scala, um für jede beliebige Stelle die Wellenlänge finden zu können.

Mittels eines Reflexionsnetzes und eines Metallspiegels hat Draper ein Spectrum von b (5167) bis T (3032?) hergestellt; die Photographie desselben ist aber weniger gut ausgefallen.

Das Draper'sche Bild des Spectrums stimmt im Ganzen gut mit den früheren Messungen von Mascart überein (s. Jahrg. V dieses Jahrb., S. 98—100). Namentlich giebt Mascart für die Linie M dieselbe Wellenlänge, 3728, die auch Draper findet. Aber die Draper'sche Photographie giebt ein viel genaueres Bild, als dajenige ist, welches Mascart und Cornu erhalten hatten, indem sie einzelne kleine Partien des Spectrums photographirten, diese mit Hilfe des Mikroskopes verbanden und nun eine vergrößerte Abbildung herstellten. Bei Mascart ist z. B. die Linie L einfach, bei Draper dreifach;

---

ten Albertypie ist noch eine zweite in doppelter Größe, von 3736—4205 beigegeben. Beide sind ohne Retouche hergestellt.

ihre Wellenlänge scheint 3821 statt 3819 nach Mascart zu sein. Die Reichhaltigkeit der Draper'schen Photographie erkennt man auch daraus, daß beispielsweise Angström zwischen 3925 und 4202 nur 118 Linien angiebt, während Drapers Original auf Glas 293 zeigt, die auch zum größten Theil auf das Papier übertragen worden sind.

Die Versuche mit Metallspectren sind noch nicht so weit gediehen, daß sie veröffentlicht werden können.

Das Spectrum des Lichtes explodirender Schießbaumwolle.*) Die hellsten Linien in diesem Spectrum sind die beiden Natronlinien; dieselben scheinen aber auffallend verbreitert, so daß der Zwischenraum zwischen ihnen oft verschwindet. Am stärksten ist die brechbarere von beiden Linien verbreitert. Charakteristisch sind ferner zwei brillante Linien im Grün mit beiderseits verwaschenen Grenzen, von denen die weniger brechbare am intensivsten ist. Sodann fallen zwei helle, breite Banden in Roth und Orange auf, welche nach dem Blau hin verlaufen, auf der andern Seite aber scharf begrenzt sind. Außerdem hat Lohse in Bothkamp, dem wir diese Untersuchung verdanken, noch einen schwachen Streifen im Roth, einen im Grün und eine schwache, aber scharfe Linie im Grün gemessen. Zwischen den Linien war ein continuirliches Spectrum vorhanden, jedoch nicht weit über das Grün hinaus zu verfolgen.

Folgendes sind die Wellenlängen dieser verschiedenen Linien und Banden in Milliontel-Millim.

634,6	. . . schwacher Streifen
622,4 } 610,3 }	. . . breites Lichtband
601,8 } 589,5 }	. . . desgl., schwächer
589,5 } 588,9 }	. . . Natriumlinien
572,8	. . . schwacher Streifen
568,7	. . . schwache, aber scharf begrenzte Linie
554,8	. . . sehr helle, breite, verwaschene Linie
550,4	. . . helle, breite, verwaschene Linie.

*) Poggend. Ann. Bd. 150, S. 641.

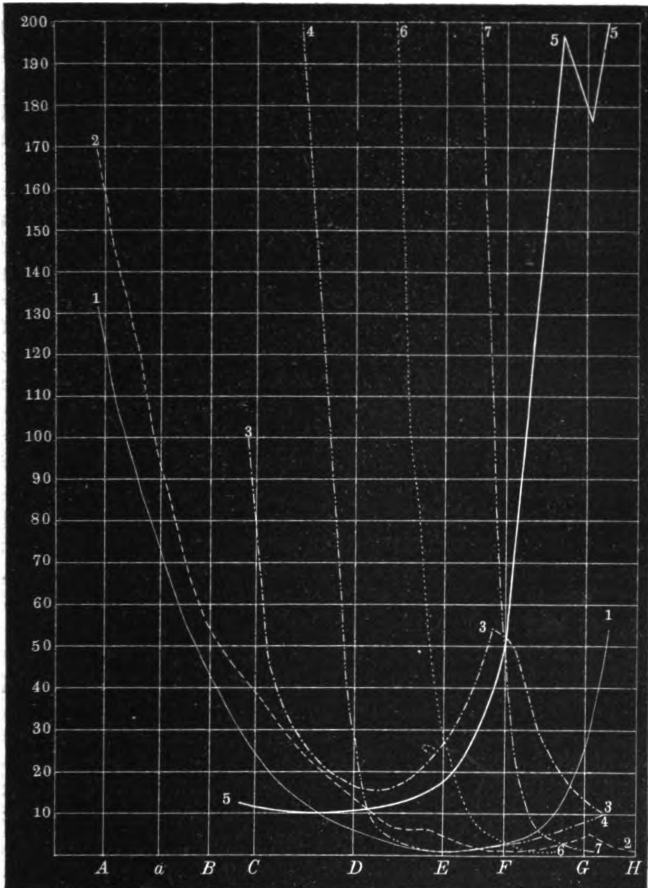
Die Vermuthung der Uebereinstimmung der Linien dieses Spectrums mit denen des Nordlichtes wird durch diese Messungen als irrig nachgewiesen: es findet keine Coincidenz zwischen den Linien beider Spectra statt.

Graphische Darstellung der Absorptionsspectren von K. Vierordt. Um die in den verschiedenen Regionen eines Absorptionsspectrums übrig bleibenden Lichtstärken übersichtlich darzustellen, kann man die Abstände der wichtigsten Fraunhofer'schen Linien auf einer Horizontalen verzeichnen und die nach dem Durchgange durch das absorbirende Medium übrig bleibenden Intensitäten der einzelnen Spectralfarben als Ordinaten auftragen. Doch kann eine solche graphische Darstellung nur die Absorptionsspectren einer beschränkten Anzahl verschiedener concentrirter Lösungen eines und desselben farbigen Körpers zur Anschauung bringen; erst wenn man von den, den Lichtstärken entsprechenden Extinctions-Coëfficienten ausgeht, erhält sie eine ganz allgemeine Form. Nun wachsen die Extinctions-Coëfficienten a proportional der Concentration (s. vorig. Jahrg. dieses Jahrb., S. 74); es hat daher das sogenannte „Absorptionsverhältniß" $\frac{c}{a}$ innerhalb einer genügenden Breite der Concentrationen einen constanten Werth, der die Stärke der Absorption einer bestimmten Spectralfarbe durch den farbigen Körper ganz allgemein darstellt. Da die Extinctions-Coëfficienten mit zunehmender Absorption wachsen, so nehmen die Absorptionsverhältnisse der Einzelregionen des Absorptionsspectrums um so geringere Werthe an, je stärker in ihnen die Absorption ist; die Dicken der absorbirenden Schichten, welche das Licht in verschiedener Wellenlänge je um denselben Betrag seiner ursprünglichen Stärke abschwächen, sind also den Absorptionsverhältnissen proportional.

Bei den Messungen der Lichtstärke in den verschiedenen Regionen der Absorptionsspectren, welche Vierordt bisher ausgeführt hat, hatte er vorzugsweise deren Verwendung zur quantitativen Bestimmung gelöster farbiger Körper im Auge. Es handelte sich daher vor Allem um die Ermittelung der zu dieser Aufgabe passenden Spectralregion, d. h. der jeweils empfind-

*) Poggend. Ann. Jubelband, S. 119.

Fig. 17.



lichsten Stelle eines Absorptionsspectrums, wo schon bei sehr geringer Aenderung der Concentration eine beträchtliche Aenderung der Lichtstärke eintritt; von der so charakteristischen Ab-

hängigkeit des Absorptionsvorganges von der Wellenlänge des Lichtes wurde vorläufig abgesehen.

Die Abhängigkeit der Absorption von der Brechbarkeit des Lichtes wird sogleich deutlich, wenn man die Fraunhofer'schen Linien in solche Abstände bringt, daß sie ihren Wellenlängen entsprechen. Dieses ist in Fig. 17 geschehen. Als Ordinaten sind hier die Absorptionsverhältnisse, welche den einzelnen Stellen des Spectrums entsprechen, aufgetragen, indessen nicht die absoluten, sondern nur die relativen Werthe dieses Verhält-hältnisses, wobei der kleinste Werth gewöhnlich = 1, beim Chromalaun und schwefelsauren Kupferoxyd-Ammoniak aber = 10 gesetzt worden ist. Zur Einzeichnung der absoluten Absorptionsverhältnisse würde ein verhältnißmäßig großer Umfang der Tafel gehören, da manche farbige Körper schon in starken Verdünnungen bedeutende Mengen Licht von bestimmter Wellenlänge absorbiren, andere erst bei stärkeren Concentrationen wirksam sind; jene haben geringe, diese große Absorptionsverhältnisse. Beim Chromalaun ist das größte Absorptionsverhältniß nur 9 mal, beim schwefelsauren Kupferoxyd-Ammoniak blos 26 mal so groß als das kleinste. Hätte man bei diesen Körpern dem kleinsten Verhältniß die Ordinatenlänge 1 geben wollen, so wären die betreffenden Curven weniger deutlich gewesen; es ist daher die kleinste Ordinate gleich 10 gesetzt worden.

Die Körper, deren Lösungen auf der Tafel in Betracht gezogen wurden, sind folgende:

1. Uebermangansaures Kali; absolutes Absorptionsverhältniß im Maximum 0,0116, im Minimum 0,000087; relat. Max. 133, Min. 1.

2. Hydrobilirubin, ein physiologisch wichtiger, im Harn oft vorkommender Körper, ein Abkömmling des Bilirubins der Galle. In einer 1 Centim. dicken Schicht ist die Lösung 1/500 tief braunroth, 1/4000 gelbroth, von 1/8000 an mischt sich dem Roth ein blauer Ton bei. Absol. Absorptionsverh. Max. 0,009317, Min. 0,0000552, relat. Max. 169, Min. 1.

3. Chromalaun; abs. Absorptionsverh. Max. 0,25197, Min. 0,0282, relat. Max. 89,3, Min. 10.

4. Fuchsin (salzsaures Rosanilin); abs. Absorptionsverh. Max. 0,06283, Min. 0,000007819; relat. Max. 8055, Min. 1. Die Tafel enthält nur ein Stück der Curve, von 1 bis 200.

5. Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak; abs. Absorptionsverh. Max. 0,2395, Min. 0,00911; relat. Max. 263, Min. 10.

6. Saures chromsaures Kali; abs. Absorptionsverh. Max. 0,9234, Min. 0,0008019; relat. Max. 1155, Min. 0,0008019, (ohne daß im Violett Messungen gemacht sind); relat. Max. 1155, Min. 1.

Die Curven zeigen eine solche Regelmäßigkeit, daß Vierordt mit Bestimmtheit die Behauptung aussprechen zu dürfen glaubt, daß bei denjenigen Spectren, in welchen die Absorption von dem einen Ende zum andern continuirlich zunimmt, die Messung der Lichtstärke an 6—8 Stellen des Spectrums hinreicht, um die Absorptionscurve construiren und die Abhängigkeit der Absorption von der Wellenlänge des Lichtes feststellen zu können, sodaß man keineswegs nöthig hat, in mühsamen Versuchen Lichtstärkemessungen in sämmtlichen Einzelbezirken des Spectrums anzustellen. Auch bei denjenigen Spectren, welche Absorptionsstreifen zeigen, wird es genügen, außer den Bezirken der Minima und Maxima nur noch wenige andere Zwischenstellen photometrisch zu untersuchen, um den gesammten Verlauf der Absorptionscurve, sammt deren Wendepunkten, mit Sicherheit feststellen zu können.

Doppelbrechung und Polarisation.

E. Mach in Prag hat verschiedene Versuche über die durch Druck erzeugte Doppelbrechung angestellt,*) die schon wegen des dabei zur Untersuchung der Interferenzerscheinungen benutzten, sehr empfindlichen spectroskopischen Verfahrens von Interesse sind. Besonders bemerkenswerth sind die mit halbflüssigen Substanzen angestelten Versuche. Geschmolzenes Glas, geschmolzenes Colophonium, dicker Canadabalsam, zur Syrupsdicke eingekochte Metaphosphorsäure zeigen Doppelbrechung, wenn man sie einem Drucke aussetzt. Es ist aber charakteristisch für die halbflüssigen Körper, daß die Doppelbrechung sehr rasch wieder verschwindet, während sie bei festen Körpern so lange anhält, als der Druck oder die Deformation andauert. „Wenn man einen festen Glasstab biegt, so zeigt sich die Doppelbrechung, welche solange unver-

*) Optisch-akustische Versuche. Prag, 1873. S. 1—34.

ändert bleibt, als man die Biegung constant hält. Geschmolzenes Glas verhält sich anders. Man kann einen Glasstab über dem Bunsen'schen Brenner weich schmelzen und dann rasch zwischen die gekreuzten Nicol's bringen. Biegt man ihn sehr langsam, so bleibt er isotrop. Biegt man ihn rasch, so blitzt seine Doppelbrechung hell auf, desto stärker, je rascher die Biegung vorgenommen wird. Diese Doppelbrechung hält aber nicht an, wenn die Biegung anhält. Sie verschwindet vielmehr rasch nach vollendeter Biegung."

Die Erklärung findet Mach darin, daß geschmolzenes Glas und andere dickflüssige Körper für langsame Verschiebungen sich ähnlich verhalten wie Flüssigkeiten, daß ihnen also eine große Verschiebbarkeit der Theilchen zukommt, daß sie gleichsam Flüssigkeiten mit geringer molekularer Ausgleichungsgeschwindigkeit und sehr großer innerer Reibung sind. Wird nun durch eine Biegung oder einen Druck von außen den Molekülen eine Geschwindigkeit ertheilt, so wird diese leicht so groß werden, daß die molekularen Ausgleichungsgeschwindigkeiten überholt werden und eine ungleichförmige Anordnung der Moleküle entsteht. Nach dem Aufhören der äußeren Einwirkung bleiben nur die Molekularbewegungen übrig, welche dann rasch wieder eine merklich gleichmäßige Anordnung der Theile zu Stande bringt. Am geschmolzenen Glase und anderen dickflüssigen, plastischen Körpern kann man die Vorgänge mit den Augen verfolgen, welche man an vollkommenen Flüssigkeiten nur vermuthen kann. Andrerseits ist es wahrscheinlich, daß auch bei festen Körpern ein sehr langsamer molekularer Ausgleich stattfindet; „ein fester durchsichtiger gebogener Körper würde also im Laufe einer sehr langen Zeit wohl ein allmäliges Abnehmen der Doppelbrechung bei unveränderter Biegung wahrnehmen lassen."

Noch kleiner als beim geschmolzenen Glase ist das Intervall, während dessen die Doppelbrechung auftritt, beim Colophonium. Eine Stange von reinem Colophonium erhält man durch wiederholtes Eintauchen in heißes Wasser zu dem Versuche tauglich.

Um mit Phosphorsäure die Versuche anzustellen, wurde dieselbe, zur Syrupsdicke eingedampft, noch heiß in ein kurzes Stück Kautschukröhre gegossen, das an beiden Enden mit Glasplättchen verschlossen wurde. Wird dann die erkaltete Masse zwischen die gekreuzten Nicols gebracht und die Kautschukröhre rasch mit

den Fingern zusammengedrückt in einer gegen die Schwingungsebenen der beiden Nicols um 45° geneigten Richtung, so erblickt man, durch die beiden Glasplatten sehend, sofort eine Aufhellung des Gesichtsfeldes. Beim Nachlassen des Druckes behält zwar die Phosphorsäure ihre Form bei, die Doppelbrechung aber verschwindet rasch wieder. Merkwürdig ist, daß zwar die feste glasige Phosphorsäure in Form von Stangen und Parallelepipeden bei Druck, im Polarisationsapparat untersucht, sich ebenso wie Glas negativ, beim Zug dagegen positiv zeigt, die dickflüssige Phosphorsäure dagegen sich beim Druck positiv verhält. Es ist demnach wahrscheinlich, daß es beim Uebergange aus der Glas- in die Syrupsconsistenz einen Zwischenzustand giebt, in welchem die Phosphorsäure für Druck optisch ganz unempfindlich ist; indessen gelang es nicht, dies experimentell nachzuweisen.

Die Vermuthung, daß vielleicht alle plastischen Substanzen sich bei Druck positiv verhalten, fand Mach gleich durch das Verhalten des Canadabalsams widerlegt.

Doppelbrechung in tönenden Stäben. Daß ein longitudinal tönender Glasstab, zwischen die gekreuzten Nicols gebracht, Doppelbrechung zeigt, hat schon Biot im J. 1820 erkannt und später (1864) hat Kundt dargethan, daß diese Doppelbrechung eine periodische ist und am stärksten im Knoten des tönenden Stabes auftritt, wo die Dichtigkeitsvariationen am bedeutendsten sind. Mach hat auf diese Erscheinungen ebenfalls die spectroskopische Methode angewandt. Das Licht einer Petroleumflamme fällt zunächst auf ein Nicol, dann auf den Knoten des durch Reiben mit einem nassen Lappen zum Tönen gebrachten Glasstabes, hierauf auf eine Gypsplatte, dann auf ein zweites Nicol, nachher auf das Spaltfernrohr und das dahinterstehende Prisma, und nun in das Beobachtungsfernrohr, dessen Ocular man entfernt hat. Das Spectrum wird entweder auf einer matten Glastafel aufgefangen oder durch eine Cylinderlinse zu einer Linie vereinigt und dann in einem rotirenden Spiegel betrachtet, dessen Achse der Dispersionsrichtung parallel ist. Die beiden Nicols sind gekreuzt und ihre Schwingungsebenen unter 45° gegen die horizontale Längsachse des Stabes geneigt. Die Gypsplatte wird am besten so dick gewählt, daß zwei oder drei dunkle Streifen im Spectrum erscheinen, von denen einer in den hellen Theil zwischen Gelb und Grün fällt.

Betrachtet man nun das entworfene lineare Spectrum im Spiegel, während der Stab tönt, so wird jede Spectralfarbe senkrecht zur Dispersionsrichtung in einen Faden ausgezogen, die dunklen Punkte des linearen Spectrums aber, die den schwarzen Spectralstreifen entsprechen, erscheinen in Zickzackcurven ausgezogen. Mittels dieser Curven läßt sich dann die Weite der Streifenverschiebung bequem messen, und wenn nachher noch mittels eines zwischen die Nicols eingeschalteten Quarzcompensators die Quarzdicke bestimmt wird, welche dieselbe Verschiebung erzeugt, so hat man die zur Berechnung der Druckveränderungen im Stabe nöthigen Elemente.

Mach fand, daß bei mäßig starken Tönen die Druckvariationen $\pm$ 150 bis $\pm$ 180 Kilogr. auf ein Quadrat-Centim. Querschnitt betragen, also bedeutender sind, als man sie in der Regel sich vorstellt. Diese gewaltigen Druckschwankungen, welche bei stärkerem Tönen noch viel größer werden müssen, erklären es auch, daß ein Stab durch bloßes Tönen zerreißen kann. Doch tritt dieses Zerreißen bei einiger Schonung erst nach längerem Gebrauche ein, während Mach merkwürdigerweise mit Gewichten belastete Glasstäbe oft schon durch einen weit geringeren Druck (z. B. 80 Kilogr. auf ein Quadrat-Centim. Querschnitt) zum Reißen brachte. Mach berechnet noch, daß die erwähnten großen Druckveränderungen durch nur geringe Kräfte von $^1/_{40}$ bis $^1/_{50}$ Kilogrammmeter hervorgerufen werden, eine Folge des großen Elasticitätsmoduls des Glases.

Der große Elasticitätsmodul und die daraus folgende Kleinheit der Excursionen der schwingenden Theile erschweren die Beobachtungen an einem Glasstabe. Man kann aber die hier auftretenden Erscheinungen recht deutlich sichtbar machen mittels eines aus Leim gegossenen prismatischen Stabes. Klebt man denselben mit dem einen Ende an ein Stück Holz an und läßt ihn vertical herabhängen, so führt er langsam Longitudinalschwingungen aus, und wenn man das obere Ende zwischen die Nicols bringt, so kann man die Schwingungen der Spectralstreifen mit bloßen Augen beobachten.

Doppelbrechung in einer bewegten zähen Flüssigkeit. Nach der von Poisson für die innere Reibung der Flüssigkeiten aufgestellten Theorie verhält sich eine zähe Flüssigkeit so, wie es ein elastischer fester Körper thun würde, wenn

er periodisch für einen Augenblick flüssig würde und dann wieder erstarrte, so daß sie bei jedem neuen Anstoß für einen Augenblick gleich wäre einem elastischen festen Körper ohne Dehnung. Dieser Spannungszustand kann bei verschiedenen durchsichtigen Körpern durch ihre Wirkung auf polarisirtes Licht erkannt werden, und Fresnel hat derartige Erscheinungen als Fälle von Doppelbrechung nachgewiesen.

Es hat nun Prof. J. Clark Maxwell in Cambridge schon im Jahre 1866 einige Versuche angestellt, um zu ermitteln, ob in der angegebenen Weise der Spannungszustand einer bewegten zähen Flüssigkeit sich kund giebt.*) In einer Büchse wurde ein Cylinder in Rotation versetzt, während der ringförmige Raum rings um ihn die Flüssigkeit enthielt. Dabei wurde polarisirtes Licht parallel zur Achse durch die Flüssigkeit geschickt. Es wurde aber weder mit Gummilösung noch mit Zuckersyrup eine Wirkung beobachtet, obwohl eine solche im polarisirten Licht eintrat, wenn Maxwell Canadabalsam comprimirte, der in einer Flasche sehr dick, fast fest geworden war.

Es ist leicht die Wirkung bei Canadabalsam zu beobachten, welcher so flüssig ist, daß er sehr rasch die gestörte Niveaufläche wieder annimmt. Man bringe denselben in eine weitmündige quadratische Flasche, leite vertical polarisirtes Licht hindurch und beobachte durch ein Nicol, das so gedreht ist, daß man Dunkelheit hat. Steckt man nun in einer durch das Auge gehenden Verticalebene einen Spatel in den Balsam und bewegt ihn darin auf und ab, so erscheint während dieser Bewegung Licht auf beiden Seiten des Spatels. Mit der Bewegung verschwindet aber auch sofort die Lichterscheinung. Wenn die Bewegung des Spatels nicht in der Polarisatinsebene erfolgt, sondern um 45° gegen dieselbe geneigt, so wird keine Wirkung beobachtet.

Durchsichtige starre Körper haben eine bedeutend verschiedene Wirkung auf das polarisirte Licht.

Schneidet man aus ungekühltem Glase ein kleines Stück an einer Stelle, wo die Spannung gleichförmig ist, so verschwindet die Wirkung auf das polarisirte Licht, sobald das Glas von der Spannung frei wird, welche durch die ungleiche Contraction der umgebenden Theilchen veranlaßt worden ist.

*) Proceed. Royal Soc. Vol. XXII, p. 46; Nature, 1873 Dec. 25, p. 153; Poggend. Ann. Bd. 151, S. 151.

Schneidet man aber aus einer Platte von Gelatine, welche man unter longitudinaler Spannung hat trocknen lassen, ein kleines Stück, so zeigt es dieselbe Wirkung auf das Licht wie zuvor, zum Beweise, daß auch ohne Wirkung des Zuges ein Spannungszustand existiren kann. Eine Guttapercha-Haut, welche in einer Richtung gestreckt worden, zeigt eine ähnliche Wirkung auf das Licht.

Der Körper der Meernessel hat ganz das Aussehn einer durchsichtigen Gallerte. Maxwell glaubte daher, daß die freiwilligen Contractionen des lebenden Thieres eine Wirkung auf das polarisirten Licht äußern würden. Aber keine solche Wirkung war zu beobachten und selbst durch einen starken Druck auf die eine Seite des Thieres konnte dieselbe nicht hervorgerufen werden. Die Meernessel ist aber keine wahre Gallerte, sondern besteht aus Zellen, gefüllt mit einer Flüssigkeit.

Andererseits übt wie schon Brewster gezeigt hat, die Krystalllinse des Auges eine starke Wirkung auf das polarisirte Licht, sobald sie gedehnt wird entweder durch äußeren Druck oder durch die ungleiche Contraction ihrer Theile beim Trocknen.

Die elliptische Polarisation des Lichtes und ihre Beziehungen zu den Oberflächenfarben der Körper bilden den Gegenstand einer Arbeit von Eilhard Wiedemann.*) Es wurden Messungen der elliptischen Polarisation bei der Reflexion an Körpern mit Oberflächenfarben für eine Reihe von Einfallswinkeln und für verschiedene Fraunhofer'sche Linien angestellt, nicht blos um die Ergebnisse früherer Untersuchungen zur bestätigen, sondern auch zur Gewinnung einiger neuer Gesichtspunkte für das noch ziemlich dunkle Gebiet der Oberflächenfarben. Als reflectirende Körper wurden Spiegel von Fuchsin und Anilinviolett, durch Aufgießen der alkoholischen Lösungen auf Glastafeln erhalten, und von Kupfer benutzt. Die Beobachtungsresulate wurden durch Curven dargestellt, welche als Functionen der Einfallswinkel die bei der Reflexion eingetretenen Verzögerungen in Procenten der Wellenlänge, so wie die Verhältnisse der Amplituden und der Intensitäten der senkrecht zur Einfallsebene polarisirten Strahlen zu der in derselben pola-

*) Berichte über die Verh. der sächs. Ges. der Wissensch. Math.-phys. Classe. Bd. 24. (1872), S. 263.

risirten, ferner die Haupteinfallswinkel, die Hauptamplitudenverhältnisse (Verhältnisse der Amplituden beim Haupteinfallswinkel), die Tangenten der Haupteinfallswinkel und die Hauptintensitätsverhältnisse als Functionen der Wellenlängen angeben. Die Curven, welche den Gang der Verzögerungen als Functionen der Einfallswinkel darstellen, zeigen beim Fuchsin und Anilinviolett einige Eigenthümlichkeiten. Es zeigen nämlich die Curven für die Linien C und F ½b einen ähnlichen Verlauf, wie bei durchsichtigen Körpern, während die Linien für D, E ½b und F den beim Kupfer auftretenden sehr nahe stehen. Da nun die Absorptionsbeobachtungen auch beim Fuchsin eine starke Durchlässigkeit für Roth und Blau, bei Anilinviolett für Roth zeigen, so zieht Wiedemann den Schluß:

> „die halbmetallischen Körper verhalten sich im Bezug auf den Gang der Verzögerung in ihren undurchsichtigen Theilen analog den durchsichtigen Körpern, in den undurchsichtigen analog den Metallen."

Aus den Curven, welche die Hauptamplituden, und Hauptintensitätsverhältnisse als Functionen der Wellenlänge darstellen, lassen sich einige weitere Eigenschaften der elliptischen Polarisation an Körpern mit Oberflächenfarben erkennen. Bei einigen Körpern zeigt nämlich das Hauptamplitudenverhältniß eine stetige Ab- oder Zunahme, während es bei einigen erst steigt und dann fällt oder umgekehrt, worauf schon Jamin aufmerksam gemacht hat. Vergleicht man diese Erscheinung mit der Lage der Absorptionsstreifen, welche dieselben Körper in durchgehendem Lichte zeigen, so findet sich das Maximum des Hauptamplitudenverhältnisses da, wo das Maximum der Absorption auftritt. Betrachtet man nun als Maaß für die Ellipticität des reflectirten Lichtes das Hauptamplitudenverhältniß, so kommt man zu dem Satze:

> „Je stärker das Licht einer bestimmten Wellenlänge von einem Körper absorbirt wird, um so größer ist auch bei der Reflexion die Ellipticität desselben."

Da aber nach Haidinger's Beobachtung die am stärksten absorbirten Farben auch bei der Berührung mit Luft am stärksten reflectirt werden und so die Oberflächenfarbe bilden, so kann man dem Satze auch die Fassung geben:

„Die am stärksten reflectirten Farben zeigen im Allge-

meinen auch die stärkste elliptische Polarisation; es ist dabei als berührendes Medium stets Luft, oder das Vacuum zu denken."

Aus den Curven, welche den Gang der Haupteinfallswinkel als Functionen der Wellenlänge darstellen, schließt Wiedemann, daß

„die Haupteinfallswinkel den schnellsten Aenderungen unterworfen sind für Wellenlängen, welchen nahezu Absorptionsstreifen entsprechen."

Für durchsichtige Körper ist nach dem Brewster'schen Gesetz die Tangente des Polarisationswinkels (d. h. des Winkels, bei welchem die Intensität des senkrecht zur Einfallungsebene polarisirten Strahles ein Minimum ist, und bei dem der Phasenunterschied der beiden senkrecht zueinander polarisirten Strahlen eine Viertelwellenlänge beträgt) gleich dem Brechungsverhältnisse. Nimmt man dieses Gesetz auch für undurchsichtige Körper, etwa die Metalle, für richtig an, nur daß hier an die Stelle des Polarisationswinkels der Haupteinfallswinkel tritt, so sind in den von Wiedemann entworfenen Curven auch die Brechungsverhältnisse, zunächst gegen Luft dargestellt. Es erleiden demnach auch die Brechungsexponenten ihre schnellsten Aenderungen bei Aenderungen der Wellenlänge in der Nähe der Absorptionsstreifen. Dies stimmt auch überein mit einer Beobachtung von Kundt, nach welcher die Brechungsexponenten von Lösungen stark absorbirender Substanzen in der Nähe der Absorptionsstreifen auch sehr starken Aenderungen unterworfen sind; es theilt sich diese Eigenschaft der festen Körper ihren Lösungen mit. Umgekehrt kann man vielleicht diese Uebereinstimmung als eine Bestätigung des Brewster'schen Gesetzes ansehen. Damit würden auch Versuche von Wiedemann übereinstimmen, welche für das von der Grenze eines Crownglasprismas und einer Fuchsinlösung reflectirte Licht gleiche Haupteinfallswinkel für Roth und Grün ergaben: denn aus den Kundt'schen Versuchen über anomale Dispersion folgt, daß etwa für Roth und Grün die Brechungs-Exponenten einer Fuchsinlösung gleich sind.

Aus den nach dem Brewster'schen Gesetz berechneten Brechungsexponenten ergiebt sich für das feste Fuchsin eine sehr starke anomale Dispersion. Die Differenz der Brechungsexponenten für die Linie C und F ist etwa 31 mal so groß als beim Schwe-

felkohlenstoff. Dies erklärt auch die anomale Dispersion der Fuchsinlösungen. Eigenthümlich ist dabei allerdings der Umstand, daß die Brechungsexponenten beim festen Fuchsin von C nach D, wenn auch nur wenig, abnehmen, während sie bei Fuchsinlösungen zunehmen; doch ist der Einfluß des Lösungsmittels nicht bekannt.

Mittels obiger Sätze lassen sich noch andere an Körpern mit Oberflächenfarben auftretende Erscheinungen erklären. Wenn gemischtes Licht von einer Fläche reflectirt wird und wenn

$$p', p'', p''', \ldots \text{ und } s', s'', s''', \ldots$$

die Intensitäten der parallel und senkrecht zur Einfallsebene polarisirten rothen, gelben, blauen u. a. Strahlen bedeuten, so wird das aus den sämmtlichen in einer Richtung polarisirten Strahlen zusammengesetzte Licht dieselbe Färbung haben, wie das in der andern Richtung polarisirte, wenn

$$s' = np', s'' = np'', s''' = np''', \ldots$$

wo n eine Constante ist. Hat aber n für verschiedene Farben verschiedenen Werth, so sind die beiden polarisirten Strahlen verschieden gefärbt, und man hat die Erscheinung, welche die dichroskopische Loupe an den Körpern mit Oberflächenfarben zeigt, den orientirten Flächenschiller.

Der Werth von n hängt nun ab vom Haupteinfallswinkel und dem Hauptamplitudenverhältniß. Bei durchsichtigen Körpern sind diese beiden Größen für alle Farben nahezu gleich, es wird daher auch kein orientirter Flächenschiller auftreten. Bei Körpern mit Oberflächenfarben dagegen haben beide Größen für die verschiedenen Theile des Spectrums sehr verschiedene Werthe, und es erklärt sich daraus der orientirte Flächenschiller. Aus der Verschiedenheit der Größen läßt sich sogar, bis zu einem gewissen Grade, die Färbung der beiden Strahlen ableiten.

Schließlich erörtert Wiedemann auch noch die Farbenveränderungen der Körper mit Oberflächenfarben bei der Berührung mit Substanzen von verschiedenem Brechungsvermögen.

Wenn solche Körper in Berührung treten mit durchsichtigen Medien, die stärker brechend sind als Luft, so sind ihre Brechungsverhältnisse zunächst für diejenigen Farben, für welche sie sich wie durchsichtige Körper verhalten, und für welche die Brech=

ungsverhältnisse größer sind, als die der durchsichtigen Medien, weniger von denen jener Medien verschieden, als von dem der Luft. Da außerdem für jene Farben die Fresnel'schen Intensitätsformeln annähernd gelten, so reflectiren die Körper an ihrer Berührungsfläche mit jenen Medien weniger von diesen Farben als an der Luft. Es zeigen sich daher überwiegend die metallisch reflectirten Theile des Spectrums.

Nimmt man nun auch für die metallische Reflexion den Satz näherungsweise richtig an, daß wenn zwei Körper denselben Brechungsexponenten für eine Farbe haben, an ihrer Grenze eine Schwächung dieser Farbe im reflectirten Lichte eintritt, so ist die Farbe des reflectirten Lichtes bei einfallendem weißen mit davon abhängig, für welche Farbe der Körper und das auf ihm befindliche Medium einen gleichen Brechungsexponenten haben. Daß die obige Annahme nur angenähert richtig sein kann, geht übrigens daraus hervor, daß in dem an der Gränze von Fuchsin und Schwefelkohlenstoff reflectirten Lichte kein Absorptionsstreifen bei b auftritt, obgleich hier die Brechungsexponenten für beide Körper gleich groß sind.

So verhält sich Fuchsin annäherungsweise wie ein durchsichtiger Körper gegen das Roth und die Brechungsexponenten dieser Strahlen sind größer als beim Schwefelkohlenstoff und Benzin. Beim Uebergießen mit Schwefelkohlenstoff und Benzin treten daher diese Strahlen im reflectirten Lichte zurück. Die übrigen Strahlen, mit Ausnahme des Blau in der Gegend von F 1/2 G, für welches Fuchsin durchsichtig, aber für das der Brechungsexponent kleiner ist, als der von Benzin und Schwefelkohlenstoff, werden metallisch reflectirt. Nun hat Benzin einen Brechungsexponenten, der dem des Fuchsins etwa für die Linie F entspricht, Schwefelkohlenstoff einen, der der Linie b entspricht. Benzin schwächt also die blauen Theile des reflectirten Lichtes mehr als Schwefelkohlenstoff, letzterer mehr die grünen Strahlen und weniger die blauen, sodaß beim Uebergießen mit Schwefelkohlenstoff das Licht blauer, mit Benzin grünlicher erscheint.

Aehnlich sind die Erscheinungen beim Anilinviolett, complicirter dagegen beim Indigo.

Durch diese Untersuchungen sind die verschiedenen Erscheinungen der Oberflächenfarben wenigstens qualitativ mit dem

Haupteinfallswinkel und dem Hauptamplitudenverhältniß in Verbindung gebracht, und da für diese ein Zusammenhang mit der Absorption nachgewiesen ist, so scheint sich das ganze Problem der Körper mit Oberflächenfarben zunächst auf ein Problem der elliptischen Polarisation und dann auf eine Erforschung des Zusammenhanges zwischen Absorption und elliptischer Polarisation zu reduciren.

Polarisation der Atmosphäre. Bereits 1811 hat Arago die Polarisation des von der Atmosphäre reflectirten Sonnenlichtes entdeckt und nachher sind von Brewster, Babinet, Wheatstone u. A. weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt worden. Die Polarisation ist am stärksten in einer Entfernung von 90° von der Sonne, und die Polarisationsebene geht, einige Ausnahmen in der Nähe der Sonne und ihres Gegenpunktes abgerechnet, durch die Sonne und das Auge des Beobachters. Eduard Hagenbach*) hat nun vermuthet, daß die Polarisation des von der Atmosphäre reflectirten Lichtes nicht nur da, wo wir direct nach dem offenen blauen Himmel sehen, bemerkbar sein müsse, sondern ebensogut, wenn zwischen dem Auge und einem fernen dunklen Gegenstand, einem bewaldeten Berge, einem dunklen Felsen ꝛc. eine mehr oder weniger tiefe Luftmasse liegt. In der That zeigten manichfache, namentlich am Luzerner See angestellte Beobachtungen, daß das Licht, welches von dem bläulichen Dufte reflectirt wird, der bei hellem Sonnenschein ferne Berge einhüllt, polarisirt ist. Schon in einer Entfernung von wenig tausend Fuß von den dunkel bewaldeten Bergen an den Ufern des Sees, war die Polarisation mit Nicol und Quarzplatte deutlich nachweisbar und mit wachsender Entfernung nahm sie zu. Auch hier trat das Maximum der Polarisation in 90° Abstand von der Sonne ein. Da der erwähnte Duft, selbst bei ganz klarem Himmel, ferne Berge nur undeutlich erkennen läßt, so kam Hagenbach auf den Gedanken, das Licht dieses Duftes durch ein passend vor das Auge gestelltes Nicol abzublenden; ähnlich wie 1835 Arago den Vorschlag gemacht hat, das von der Wasseroberfläche reflectirte Licht beim Aufsuchen der Meeres-

*) Poggend. Ann. Bd. 148, S. 77—85.

klippen unschädlich zu machen. Dieser Gedanke Hagenbachs hat sich auch als richtig bewährt. Schon wenn man das Nicol einfach vor das Fernrohr hält, sieht man die Contouren ferner Berge, die sonst nur verschwommen erscheinen, deutlich und scharf. Doch ist auf diese Weise das Einstellen unbequem und das Gesichtsfeld wird reducirt; man thut daher besser, wenn man bei einem Huygens'schen Oculare das Nicol zwischen das Feldglas und das Augenglas bringt. „Man gewinnt durch die bezeichnete Vorrichtung hauptsächlich an Schärfe der Umrisse und an Deutlichkeit der Details; weshalb sich der Vortheil ganz besonders bei der Beobachtung von Bergen mit manichfach gestalteten Felsvorsprüngen, mit Schneefeldern ꝛc. zeigt; auch die Bäume an den Berghalden heben sich in viel deutlicherer Zeichnung ab." Am stärksten treten natürlich diese Vortheile in 90° Abständen von der Sonne hervor, weil hier die Polarisation am stärksten ist. Auch von Tyndall ist das Abblenden des polarisirten Lichtes des Landschaftsduftes mit Erfolg, und zwar fast gleichzeitig mit Hagenbach, versucht worden und später hat Fr. Thomas in den Alpen den Gebrauch des Nicols zu dem angegebenen Zwecke erprobt.*)

Was nun die Erklärung dieses Landschaftsduftes anlangt, so kann man mit A. de la Rive an Staub- und Kohlentheilchen, Blüthenstaub, Infusorien ꝛc., oder an Eisnadeln denken, die, in der Luft schwebend, das Sonnenlicht reflectiren; allein solche feste Körper sind fern von den Städten wohl nicht so regelmäßig an heißen Tagen in der Luft enthalten, die Eisnadeln würden sich obendrein durch Sonnenhöfe ankündigen. Nebelbläschen ferner geben den fernen Gegenständen nicht die charakteristische blaue, sondern eine mehr weiße Farbe. Hagenbach schließt sich daher der schon von Marschall Vaillant ausgesprochenen Ansicht an, daß dieser Duft herrührt von der Reflexion des Lichtes von den Lufttheilchen selbst. Diese Reflexion wird durch die verschiedenen Dichtigkeiten der Luftschichten verursacht. Daß aber diese Verschiedenheiten dann am stärksten sind, wenn der Duft sehr stark auftritt, zeigt sich an dem lebhaften Funkeln der Sterne in den folgenden Nächten, wogegen letzteres fast un-

*) Zeitschr. f. ges. Naturw. Bd. 11, S. 100.

merklich ist, wenn am Tage der Duft fehlte. Auch zeigt sich der Duft nicht Morgens oder Abends, sondern am Tage, wenn die warme Luft in einem starken Strome von der Erde aufsteigt.

Auch das vom offenen blauen Himmel uns zukommende Licht glaubt Hagenbach wesentlich dieser Reflexion zuschreiben zu müssen.

A. Lallemand kommt ebenfalls in einer Arbeit über die Polarisation und Fluorescenz der Atmosphäre*) zu dem Satze, daß, entgegen den Ansichten Soret's und Tyndall's, die in der Luft schwebenden festen und flüssigen Körperchen auf die Haupterscheinung der atmosphärischen Polarisation ohne Einfluß sind. Uebrigens betrachtet Lallemand die atmosphärische Polarisation nur als einen besonderen Fall der Erleuchtungs-Phänomene durchsichtiger Körper durch natürliches Licht. „Wenn man einen mit einer farblosen Flüssigkeit gefüllten, kugelförmigen Glasballen in die Bahn eines durch eine Glaslinse convergent gemachten Büschels Sonnenstrahlen bringt, so zerstreuen die Flüssigkeitsmoleküle das Licht nach allen Richtungen; und während der einfallende oder durchgelassene Strahl neutral ist, sind die durch die Flüssigkeit zerstreuten Lichtstrahlen vollkommen polarisirt in der Richtung senkrecht zum Lichtbüschel und theilweise in einer schrägen Richtung. Diese Erscheinungen erklären sich einfach, wenn man, wie Fresnel nachgewiesen hat, annimmt, daß die Schwingungsbewegung des Aethers senkrecht zum Lichtstrahl erfolgt; und wenn man ferner voraussetzt, daß die Erleuchtung des durchsichtigen Mittels einfach von einer seitlichen Fortpflanzung der Lichtbewegung herrühre, so ergiebt sich daß der einhüllende Kreis der elliptischen Bahnen von verschiedener Lage, die den Aethermolekülen im natürlichen Lichte zukommen, einem Beobachter im Profil erscheint, wenn er senkrecht auf die Richtung des Strahles sieht, und also als eine Ellipse, deren große Achse constant bleibt, während die kleine Achse mit der Neigung der Visirlinie gegen den Lichtstrahl variirt. Das Verhältniß des polarisirten Lichtes muß sich daher mit dem Quadrate des Sinus des Winkels ändern, den die Gesichtslinie mit der Achse des Lichtbüschels einschließt." Auf gleiche Weise also denkt sich Lallemand die Polarisation des Himmelslichtes; sie entsteht durch eine Lichtzerstreuung sei-

*) Comptes rendus, 1872 sept. 23, p. 707.

tens der Luftmoleküle, „die ohne Zweifel herrührt von einer eigenthümlichen Verdichtung des Aethers um jedes einzelne Luftmolekül.“

Chemische Wirkungen des Lichtes.

Einwirkung des Lichtes auf Chlor und Brom. Von dem Satze ausgehend, daß die Moleküle der meisten einfachen Gase aus zwei Atomen bestehen, gelangt E. Budde*) durch theoretische Betrachtungen zu dem Ergebnisse, daß freies Chlor, wenn es von den sogenannten chemisch wirksamen Strahlen des Spectrums beleuchtet wird, sich ausdehnen, im Dunkeln aber sich contrahiren muß.

Um diesen Satz experimentell nachzuweisen, wandte er Differentialthermometer an, welche mit Chlor gefüllt und der Beleuchtung durch ein isolirtes Prisma ausgesetzt wurden. Die Kugeln hatten 5 bis 6 Centim. Durchmesser, das Verbindungsrohr war 1 Millim. weit und 30 Centim. lang. Die Kugeln wurden anfangs zugeschmolzen, später wurden solche mit aufgesetzten Hähnen benutzt. Als Sperrflüssigkeit diente Schwefelsäure, welche vorher mit Chlor gesättigt war. Zwar machte die Zähigkeit und Adhäsiön dieser Flüssigkeit die Thermometer sehr unempfindlich, es empfiehlt sich dieselbe aber durch ihre Unveränderlichkeit und geringe Dampfspannung. Die Kugeln wurden so aufgestellt, daß jede von ihnen durch einen beliebigen Theil des Sonnenspectrums beleuchtet werden konnte; ihre Entfernung vom Prisma variirte zwischen 1 und 2 Meter und ihr Schatten verdeckte nach der Stellung 1/3 bis 1/6 des sichtbaren Spectrums. Der Index wurde mit Gas beleuchtet und seine Stellung gegen den Kreuzfaden eines Fernrohres beobachtet. Nachdem die Temperaturen stationär geworden waren, wurde die Nullstellung des Index durch den Kreuzfaden markirt; dann änderte man die Beleuchtung und schätzte die Verschiebungen. Wenn die eine Kugel mit A, die andere mit B bezeichnet und die Verschiebung von A nach B hin positiv gerechnet wird, so kann man die Ergebnisse einer Versuchsreihe folgendermaßen darstellen:

*) Poggend. Ann. Bd. 144, S. 213.

Beleuchtung von A	Beleuchtung von B	Verschiebung gegen den Nullpunkt
ultraroth + roth	dunkel	+ 1/2 bis 1 Millim.
roth + gelb	=	+ 1/2
blau + violett	=	+ 5 = 6 =
Spur blau + violett + ultraviolett	=	+ 6 = 7 =
ultraviolett	=	+ 4 =
dunkel	roth	− 1/4 =
dunkel	violett + benachbartes Stück ultraviolett, Grenze der Sichtbarkeit durch Aesculin	− 5 =
roth + gelb	=	unmerklich +
ganzes rothes Ende des Spectrums	violettes Ende des Spectrums	− 2 bis 3 Millim.
dunkel	dunkel	+ 1/3 =

Die kleine Temperaturschwankung, welche der letzte Versuch anzeigt, darf nicht befremden, da die Versuchsreihe 20 Minuten dauerte.

Durch diese Versuche ist dargethan, daß das Chlor den aktinischen Strahlen gegenüber sich äußerlich so verhält, wie die meisten bekannten Stoffe den weniger brechbaren Strahlen gegenüber: es dehnt sich aus, wenn es von den Strahlen getroffen wird, und zieht sich wieder zusammen, wenn die Beleuchtung wegfällt. Budde knüpft an diese Thatsache die Hoffnung, daß es möglich ist, ein Aktinometer mit ebenso bequemer Ablesung, wie ein Thermometer, zu erhalten.

Er hält es übrigens nicht für wahrscheinlich, daß dem Chlor allein und seinen nächsten Verwandten diese Eigenschaft zukommt.

Was die theoretische Erklärung anlangt, so scheint es ihm nicht recht wahrscheinlich, daß das brechbare Licht im Chlor irgend eine noch unbekannte Arbeit leistet, welche sich ihrerseits wieder in Wärme umsetzt und dadurch die Ausdehnung veranlaßt. Mehr scheint die Ansicht für sich zu haben, von der er bei seiner Untersuchung ausgegangen ist, daß das Licht die Chlormoleküle wirklich zersetzt.

Brom verhält sich nach einigen Versuchen wie Chlor.

Lichtempfindlichkeit des Bromsilbers für die sogenannten chemisch unwirksamen Farben. Herm.

Vogel in Berlin zieht aus seinen Untersuchungen*) über diesen Gegenstand den Schluß, daß es möglich ist, Bromsilber für jede beliebige Farbe lichtempfindlich zu machen. Er findet, daß es nur nöthig ist, einen die chemische Zersetzung des Bromsilbers befördernden Stoff zuzusetzen, welcher die betreffenden Strahlen absorbirt, die anderen nicht.

Nach den Untersuchungen von Schultz-Sellack soll die Empfindlichkeit des Bromsilbers für das Licht des Spectrums, die im Ultraviolett sehr kräftig ist, nur bis zur Linie E im Grün reichen. Vogel fand aber einige von Wortley nach einem noch theilweise geheimgehaltenen Verfahren präparirte Bromsilbertrockenplatten im Grün bei E empfindlicher als im Hellbau bei F. Dies veranlaßte ihn zu weiteren Untersuchungen.

Das Bromsilber wurde in doppelter Form angewandt, nämlich als nasse Platte, d. h. feucht von anhängender Höllensteinlösung, die aus dem Silberbade stammt, in welchem die Platte sensibilsirt wurde, und als Trockenplatte, hergestellt durch Abwaschung der Silberlösung und Trocknen.

Als die Platten den verschiedenen Farben eines objectiven Spectrums ausgesetzt wurden, das von D bis G 35 Millim. maß, so zeigten sie ein verschiedenes Verhalten. Die nasse Platte zeigte nur bis in die Mitte von D und E, also bis ins Gelb, Empfindlichkeit; bei der trocknen dagegen reichte dieselbe noch zwei Millim. über D hinaus ins Orange. Dabei zeigte sich beim nassen Bromsilber eine höchst kräftige Wirkung zwischen G und F, im Indigo und Blau; bei F aber nahm sie sehr rasch ab und nur ein schwacher Schimmer ließ sich noch über E hinaus verfolgen. Bei den Trockenplatten dagegen zeigte sich eine viel schwächere Wirkung im Blau, als bei den nassen; aber diese Wirkung nahm nur allmälig ab und ließ sich, wie erwähnt noch über D hinaus verfolgen. Trockenes Bromsilber ist demnach empfindlicher für die schwach brechbaren, nasses Bromsilber für die stärker brechbaren blauen Strahlen des sichtbaren Spectrums.

Indessen trat bei diesen Versuchen nicht die an den Wortley'schen Platten beobachtete Erscheinung größerer Empfindlich-

*) Poggend. Ann. Bd. 150, S. 453.

lichkeit zu Tage. Da nun die Wirkung der Silberlösung bei den nassen Platten sich dadurch erklärt, daß das Silber das bei der Belichtung frei werdende Jod oder Brom chemisch bindet, und daß die blauen Strahlen kräftiger als die übrigen von der nassen Schicht absorbirt werden, so kam Vogel auf den Gedanken, daß die Wortley'schen Platten einen Stoff enthalten dürften, der das Grün in stärkerem Maße absorbirt, als das Blau. In der That werden auch die Trockenplatten mit den verschiedensten Stoffen überzogen, mit Gallussäure, Caffeïn, Morphin und die Wortleyplatten enthalten Urannitrat, Gummi, Gallussäure und einen gelben Farbstoff als Ueberzug. Nach Entfernung dieses Ueberzuges zeigte sich die stärkere Empfindlichkeit nicht mehr.

Vogel löste nun etwas Korallin in Alkohol und setzte es seinem Bromcollodium zu. Die aus solchem Collodium hergestellten Bromsilbertrockenplatten waren deutlich roth gefärbt und als sie dem Spectrum ausgesetzt wurden, zeigten sie sich empfindlich im Indigo, von da nahm die Empfindlichkeit gegen Hellblau hin ab, wurde bei F schwach, nahm dann wieder zu und zeigte sich im Gelb eben so kräftig als im Indigo.

Die Platten wurden also von einer bisher für chemisch unwirksam gehaltenen Farbe, nämlich Gelb, ebenso kräftig afficirt, als vom Indigo, welches bisher als die chemisch wirksamste galt. Nun zeigt aber die Korallinlösung, sehr verdünnt, einen Absorptionsstreifen zwischen D und E; in stärkeren Lösungen erweitert sich die Absorption bis über D hinaus, das Blau bis F aber wird in ziemlich bedeutendem Grade durchgelassen.

Auf Grund dieser Erfahrung durfte Vogel hoffen, daß ein anderer brombindender Körper, der das Roth kräftig absorbirte, auch die Empfindlichkeit des Bromsilbers für rothes Licht erhöhen würde. Ein solcher Körper fand sich unter den grünen Anilinstoffen. Derselbe absorbirte kräftig die rothen Strahlen in der Mitte zwischen D und C; bei größerer Concentration erstreckte sich die Absorption weiter nach D hin, Gelb, Grün und Blau gingen fast ungeschwächt hindurch. Ein mit diesem Grün gefärbtes Collodium war lichtempfindlich bis ins Roth hinein. Die Empfindlichkeit nahm vom Indigo nach dem Gelb hin ab, dann aber wuchs sie wieder und an der

Stelle, wo der Absorptionsstreifen sich zeigte, trat eine kräftige Wirkung im Roth auf.

Die Versuche zeigen zugleich, daß nicht nur die Absorptionsfähigkeit der Silbersalze selbst, sondern auch diejenige der beigemengten Substanzen eine wichtige Rolle spielt und von Einfluß ist auf die Lichtempfindlichkeit der photographischen Platten.

Wirkung des farbigen Lichtes auf die Assimilationsthätigkeit der Pflanzen. Schon vor dreißig Jahren hat Draper eine Reihe von Versuchen angestellt, welche ihn zu dem Ergebnisse führten, daß die gelben und grünen Strahlen des Sonnenspectrums die kräftigste Einwirkung auf die Assimilationsthätigkeit der Pflanzen, d. h. auf die Zersetzung der Kohlensäure und Abscheidung des Sauerstoffs ausüben. Er stellte nämlich 7 mit kohlensäurehaltigem Wasser gefüllte Glascylinder umgekehrt in eine Wanne mit eben solchem Wasser, brachte in ihre oberen Theile eine gleiche Menge grüner Grashalme, von denen man die an der Oberfläche anhaftende Luft dadurch entfernt hatte, daß man sie mehrere Tage lang in der Dunkelheit in kohlensäurehaltigem Wasser aufbewahrt hatte, und ließ nun auf dieselben die verschiedenen Farben eines mittels Heliostat und Prisma entworfenen Spectrums fallen. Nach einigen Minuten begannen sich in den Röhren, welche von den orangefarbenen, gelben und grünen Strahlen getroffen wurden, Gasblasen zu entwickeln zum Zeichen der eingetretenen Assimilationsthätigkeit. Als nach anderthalb Stunden die Menge des entwickelten Gases gemessen wurde, zeigte sie sich am größten in der von gelben und grünen Strahlen beschienenen Röhre. Darnach kommt den gelben und grünen Strahlen die meiste Wirkung zu. Es sind also andere Strahlen „chemisch wirksam" für das Pflanzenleben, als auf dem photographisch präparirten Collodium. Bekanntlich sind es die blauen Strahlen, welche am energischsten bräunend auf das photographische Papier wirken.

Dieser Draper'sche Satz ist seitdem mehrfach durch Versuche mit farbigem Lichte bestätigt worden, theils mit den Strahlen des Spectrums selbst, theils mit Licht, das durch farbige Gläser gegangen. Einzelne abweichende Ansichten haben nicht vermocht sich Geltung zu verschaffen. Dahin gehört u. a. der von Timirjaseff aus seinen Versuchen abgeleitete Satz, daß die wärmsten

Strahlen die Assimilationsthätigkeit der Pflanzen am meisten erregen. Der Draper'sche Satz hat namentlich in den Arbeiten von Dr. W. Pfeffer*) eine neue Stütze gefunden, welcher bei seinen Untersuchungen „über die Wirkungen farbigen Lichtes auf die Zersetzung der Kohlensäure in Pflanzen" zu dem Resultate kam, daß die relativen Assimilationswerthe für die einzelnen Spectralfarben in einem wesentlich gleichen Verhältnisse zu einander stehen, wie die Helligkeitsempfindungen unseres Auges für die gleichen Farben. Der Hauptzweck dieser Arbeit war indessen nicht sowohl der Nachweis dieses Satzes, sondern die Entscheidung der physiologisch wichtigen Frage, ob die Leistungsfähigkeit der einzelnen Spectralfarben bei der Kohlensäurezersetzung der Pflanzen dieselbe sei, gleichviel ob jene isolirt oder combinirt zur Wirkung kommen. Diese Frage ist von Pfeffer bejahend beantwortet worden. Derselbe hat übrigens auch die Unrichtigkeit der Prämissen nachgewiesen, auf welche Timirjaseff seine bereits erwähnte Behauptung des Zusammenfallens der Curve für die Kohlensäurezersetzung in Pflanzen mit der Wärmecurve des Sonnenspectrums gegründet hat.

Gegen den Draper'schen Satz sind indessen vor ein Paar Jahren Einwendungen erhoben worden von E. Lommel in Erlangen und N. J. C. Müller. Lommel geht in einer Arbeit „über das Verhalten des Chlorophylls zum Lichte" davon aus, daß die Intensität der chemischen Wirkung des Lichtes abhängen müsse

1. von dem Grade der Vollkommenheit der Absorption und
2. von der durch die Wärmewirkung zu messenden lebendigen Kraft oder „mechanischen Intensität" der absorbirten Strahlen.

Da die Zersetzung der Kohlensäure sich nur in den chlorophyllhaltigen Zellen unter dem Einflusse des Lichtes vollzieht, so betrachtet Lommel das Chlorophyll als den Vermittler und hält die vom Chlorophyll absorbirten Strahlen für die wirksamsten. Zur theoretischen Beurtheilung der Rolle, welche die verschiedenartigen Strahlen bei der Assimilationsthätigkeit der Pflanzen spielen, soll daher einerseits das Absorptionsspectrum des Chlorophylls, andererseits die Wärmecurve des

*) Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg. 1871, Heft I. Poggend. Ann. Bd. 148, S. 86.

Sonnenspectrums die Gundlage bilden. Nun absobirt aber eine Chlorophyllösung vorzugsweise die rothen Strahlen zwischen den Fraunhofer'schen Linien B und C, außerdem zeigen sich Absorptionsstreifen im Orange, Gelb und Grün und endlich wird das blauviolette Ende des Spectrums fast ganz absorbirt. Doch können die blauen und violetten Strahlen wegen der Geringfügigkeit ihrer lebendigen Kraft nur wenig Wirkung ausüben, am wirksamsten werden vielmehr die rothen Strahlen zwischen B und C sein, kleinere Maxima mögen auch im Orange, Gelb und Grün auftreten.

Während so Lommel von theoretischen Gründen zu einem Widerspruche gegen den Draper'schen Satz veranlaßt wurde, sind von Müller die Draper'schen Versuche wiederholt worden, und dabei hat derselbe eine völlige Bestätigung des Lommel'schen Theorie gefunden: das Maximum der Wirsamkeit zeigte sich, dem Hauptabsorptionsstreifen des Chlorophyll's entsprechend, zwischen den Linien B und C, ein zweites kleineres Maximum in der Nähe von D, entsprechend dem zweiten Absorptionsstreifen des Chlorophylls.

Pfeffer hält indessen die Müller'schen Zahlen für falsch. Eine eingehende Kritik der Versuche erscheint zwar nicht möglich, weil Müller keine absoluten Gasmengen und auch nicht die Größe der Blattflächen angiebt, welche belichtet wurden, es ist aber wahrscheinlich, daß mit zu geringen Gasmengen gearbeitet worden ist und daß durch die gasometrische Methode Fehler verursacht worden sind, die das richtige Ergebniß ganz verdunkelt haben. Pfeffer hat nämlich bei der Wiederholung derselben Versuche sein früheres Resultat, die Uebereinstimmung der Zersetzungscurve und der Helligkeitscurve, noch genauer als früher bestätigt gefunden. Mittelst eines Heliostaten, eines meist 3 Millim. breiten Spaltes, eines großen Prismas und einer Linse entwarf er ein 230 Millim. langes und über 50 Millim. hohes Spectrum. Die Messung der zersetzten Kohlensäure geschah durch Zählung der sich entwickelnden Gasblasen.

Die Versuche wurden mit Zweigenden von Elodea canadensis angestellt. Ein solches, völlig gerades Stück von 45 Millim. Länge wurde, an einem Glasstab befestigt, in einem mit Wasser gefüllten parallelwandigen Gefäße, dessen

Vorderwand aus Glas bestand, abwechselnd den verschiedenen Strahlen des Spectrums ausgesetzt, und es wurden dann die Gasblasen gezählt, die sich in Zeit von 1/4 Min. aus der nach oben gerichteten Schnittwunde entwickelten. Dabei ergab sich nun bei allen Versuchen ohne Ausnahme eine constante Abnahme der sich entwickelnden Blasenzahl beim Entfernen vom Gelb des Spectrums. Namentlich zeigte die Zone zwischen B und C nur eine geringe Wirsamkeit, etwa 29 Proc. derjenigen des Gelb. Es wurde auch durch die Versuche erwiesen, daß außer dem Maximum im Gelb keine secundären Maxima von irgend welcher Erheblichkeit existiren.

Es muß noch der Wachsthumsversuche gedacht werden, die Lommel zur Stütze seiner Theorie ausgeführt hat. Er setzte nämlich Bohnenpflanzen entweder lediglich dem äußersten oder dem mittleren Roth aus. Dabei zeigte sich nun die im äußersten Roth stehende Pflanze nach einer Woche in ihrem Wachsthum zurückgeblieben und vergilbt, die dem mittleren rothen Lichte ausgesetzte aber war kräftig gewachsen. Es ist nun jedenfalls richtig, was Lommel sagt: der Versuch beweist, „daß die mittleren rothen Strahlen für sich allein schon das Wachsthum einer Pflanze unterhalten können, die äußeren rothen Strahlen aber hierzu unfähig sind." Auf der andern Seite hat aber auch Pfeffer Recht, wenn er darauf hinweist, daß diese Versuche die eigentlich vorliegende Frage gar nicht berühren; „denn zu dem Ende hätte gezeigt werden müssen, daß unter dem Einflusse der mittleren rothen Strahlen ein energischeres Wachsthum, als etwa durch die gelben Strahlen veranlaßt wird."

Gegen Lommels theoretische Betrachtungen hat Pfeffer den Einwand erhoben, daß die Absorptionsstreifen in Lösungen beobachtet werden, welche niemals Kohlensäure zu zerlegen vermögen, vielmehr bis zu einem gewissen Grade Sauerstoff aufnehmen. Lommel schließt also aus einer Eigenschaft, die dem Chlorophyll zukommt, wenn keine Kohlensäure zersetzt wird, auf die Thätigkeit des Chlorophylls in dem lebenden Blatte. Es erscheint aber auch der Gedanke, die für die chemische Wirkung in einem Blatt verbrauchte Arbeitsgröße durch eine wahrnehmbare Schwächung der Lichtstärke zu erkennen, nicht ausführbar, weil diese Arbeitsgröße eine äußerst geringe ist. Pfeffer fand z. B. bei einem seiner Versuche, daß ein Oleanderblatt

von 20 Quadratcentim. Fläche in intensivem Sonnenschein in 2 Stunden 5,7 Cubikcentimeter Kohlensäure zersetzte, eine nur unter sehr günstigen Umständen erreichte Menge. Daraus berechnet er, daß ein Quadratcentim. Blattfläche in 1 Sec. 0,000000535 Gramm Stärke producirt. Die bei Production dieser geringen Stärkemenge angehäufte chemische Spannkraft repräsentirt aber eine so geringe Arbeitsgröße, daß auch dann, wenn die gelben Strahlen allein die ganze Kohlensäurezersetzung leisteten, keine merkliche Schwächung derselben wahrnehmbar sein würde.

Durch diese Untersuchungen, sowie auch durch die von E. Gerland*) in Leiden hat, also der Draper'sche Satz nur neue Bestätigung gefunden. Gerland hat es übrigens wahrscheinlich gemacht, daß das Chlorophyll der Pflanzen eher ein Product als der Träger des Assimilationsprozesses sein mag; für diesen Träger hält er den protoplasmatischen Grundstoff der Chlorophyllkörner, nicht den damit auftretenden Farbstoff.

Wärmelehre.

Thermometrie.

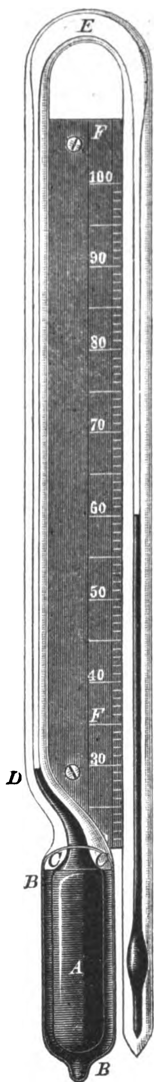
Zur Bestimmung des Nullpunktes der Thermometer hat Ch. Tellier den Vorschlag gemacht, dieselben nicht, wie gebräuchlich, in schmelzendes Eis zu tauchen, weil es da vorkommen kann, daß das Schmelzwasser eine um ein Wenig höhere Temperatur als das Eis besitzt, sondern dieselben lieber in Wasser zu bringen, das man einige Grade unter Null abgekühlt hat, und dieses Wasser durch eine Erschütterung oder Zubringen eines Stückchens Eis zum Gefrieren zu bringen, worauf die Temperatur genau auf Null steigt.

Ein neues Thermometer, zunächst zur Ermittelung der Meerestemperatur bestimmt, ist von Negretti und Zambra construirt und von Dr. Carpenter der Royal Society vorgelegt worden.**) Die Einrichtung desselben bezweckt vor allen Dingen die Angabe der Temperatur in einem be-

*) Poggend. Ann. Bd. 143, S. 585; Bd. 148, S. 99.
**) Nature, 1874, March 19, p. 387.

stimmten Augenblicke, z. B. wenn das Thermometer bis in eine gewisse Tiefe oder bis auf den Boden des Meeres versenkt worden ist. Das Six-Thermometer, welches gegenwärtig viel zu Temperaturbeobachtungen im Meere benutzt wird, giebt dagegen die niedrigste Temperatur an, in welche das Instrument gelangt ist, ohne daß man weiß, ob gerade an der tiefsten Stelle dieses Thermometerminimum herrscht.

Fig. 18.



Wie Fig. 18 zeigt hat das neue Thermometer die Form eines umgekehrten U. Das Quecksilbergefäß A ist, um es gegen den Druck zu schützen, von einem Cylinder B umgeben, der mit Flüssigkeit gefüllt ist bis auf den kleinen Raum C, welcher verdünnte Luft enthält; durch den Druck des Wassers wird dieser Raum verringert, wenn das Thermometer in größere Tiefen versinkt. An A schließt sich die heberförmige Thermometerröhre, welche bei E erweitert ist. Diese Erweiterung bewirkt, daß bei einer Drehung des Instrumentes um eine horizontale Achse, wobei das Gefäß A erst nach oben, dann aber wieder nach unten kommt, das Quecksilber aus dem Stück der Thermometerröhre, welches an A stößt, ausfließt und dann nach dem entgegengesetzten Schenkel hinübergeht. Damit aber der Quecksilberfaden beim Umdrehen immer an einer bestimmten Stelle abreißt, ist bei D ein kleiner Glaspfropfen angebracht. Es handelt sich nun blos noch um die Messung des abgerissenen, nach dem andern Schenkel gegangenen Quecksilberfadens, welche mittels des Scala F erfolgt.

Unsere Figur zeigt uns das Instrument nach der Umdrehung.

Man sieht, daß es nur nöthig ist, das

Thermometer in einem bestimmten Augenblicke umzudrehen, um nachher die Temperatur in diesem Momente zu beliebiger Zeit ablesen zu können. Man bringt zu dem Zwecke das Thermometer an einer horizontalen Achse an, eine andere Achse trägt einen Flügel, und beide Achsen sind so verbunden, daß bei einer halben Umdrehung der zuletzt erwähnten, die erste, und damit auch das Instrument, sich ein ganzes Mal herumdreht. Beim Versenken hängt die Kugel des Thermometers nach unten, der Flügel ist nach oben gerichtet und hält sich in dieser Lage, so lange als die Bewegung abwärts geht; sobald man aber das Thermometer wieder emporzieht, drückt das Wasser den Flügel nach unten, das Instrument dreht sich um und wird so, wie die Fig. zeigt, aus dem Wasser gezogen.

Natürlich sind auch noch andere Vorrichtungen denkbar, um die Umdrehung zu bewirken.

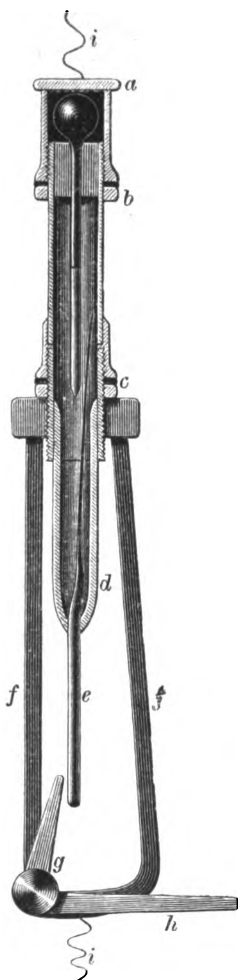
Auch für meteorologische Zwecke scheint das Instrument, wie Carpenter bemerkt, sehr brauchbar. Wenn es sich darum handelt, die Temperatur für einen Zeitpunkt zu bestimmen, welcher für die Beobachtungen unbequem liegt, so kann man die Umdrehungen durch ein Uhrwerk bewirken lassen, mit welchem man das Instrument in Verbindung setzt.

Ein anderes sehr einfaches Tiefenthermometer zur Messung der Meerestemperatur ist von J. L. W. Dietrichson in Horten, Norwegen, angegeben worden.*) Ein kleines Thermometer wird, gegen den Druck des Wassers geschützt, versenkt; ein fallendes Loth knickt dann die Thermometerröhre und aus der Länge des Quecksilberfadens in dem abgebrochenen Stück wird nachher die Temperatur bestimmt. Die nähere Einrichtung des Apparates zeigt Fig. 19. An die bei b zusammengeschraubte Messingröhre ac ist unten ein Bleirohr d angesetzt, so daß die obere Partie des Apparates einen geschlossenen Raum bildet, in welchem sich, durch einen Kork bei b gesteckt, das nur etwa 4 Zoll lange Thermometer befindet. Durch das Bleirohr d geht unten ein starker Messingdraht c, welcher oben platt gepocht ist. Durch einen Druck gegen diesen Draht wird die Thermometerröhre, welche dicht unterhalb des Korkes auf der Seite des abgeplatteten Draht-

*) Poggend. Ann. Bd. 148, S. 298.

endes einen Feilstrich trägt, abgebrochen. Unten trägt der Apparat einen Bügel, an welchem der Winkelhebel gh angebracht ist; oben und unten sind schraubenförmige Spiralen aus Messingdraht angelöthet, mittels deren der Apparat an einer Leine befestigt werden kann. Ist er einige Zeit in die Tiefe versenkt (5—10 Min.), so läßt man ein Ringloth über die Leine gleiten; indem dasselbe auf den Hebelarm h auftrifft, bewirkt es das Abbrechen des Thermometerrohres und zugleich löst es einen Stein aus, der beim Versenken von einer Art Zange am untern Ende der Leine gehalten wurde, so daß das Emporziehen des Apparates nun leichter erfolgt.

Fig. 19.



Um nun die Temperatur bestimmen zu können, hat man von Haus aus zwei feste Punkte, z. B. 4° und 15° auf der Thermometerröhre angegeben. Man legt dann das abgebrochene Stück Thermometerröhre auf eine Scala, wie Fig. 20 zeigt; die Linien links und rechts sind in gleichviele, auf jeder Seite gleichgroße Theile getheilt. Die Thermometerröhre wird parallel zu diesen Seiten so gelegt, daß die beiden Marken 4 und 15 auf der Röhre auf die gleichnamigen Linien der Scala fallen; die Bruchstelle fällt dann in dem in der Figur versinnlichten Falle auf 2°, und da der Quecksilberfaden 16—9 = 7 Theile mißt, so

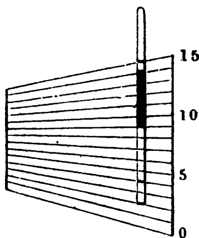


Fig. 20.

war die gesuchte Temperatur $2^{0} + 7^{0} = 9^{0}$.

Ein photographischer Apparat zu Tiefenmessungen ist von Dr. Neumeyer in der Berliner geogr. Gesellschaft vorgezeigt worden.*) Derselbe soll dazu dienen, die Temperatur und Stromrichtung in der Tiefe des Meeres zu registriren. In einer verschlossenen Kupferbüchse, die durch einen fahnenartigen Ansatz sich im Wasser der Stromrichtung parallel stellt, befindet sich ein Thermometer, eine Magnetnadel und eine elektrische Batterie. Dem Thermometer entlang und rund um die Windrose der Magnetnadel läuft eine mit Stickstoff gefüllte Geißler'sche Röhre; beim Durchgange des elektrischen Lichtes sendet diese ein sehr kräftig photographisch wirkendes violettes Licht aus. Hinter dem Thermometer befindet sich nun eine Rolle mit Talbot'schen Lichtpauspapier, das sich unter dem Einflusse des elektrischen Lichtes bräunt. Da das Quecksilber des Thermometers das Licht nicht durchläßt, so bleibt dahinter das Papier weiß und man kann daher den Stand des Thermometers erkennen aus der Stelle, bis zu welcher die Bräunung reicht. Ebenso befindet sich unter der Magnetnadel ein Stück Talbot'sches Papier und an der Nadel selbst eine Linse, die das elektrische Licht concentrirt und auf das Papier wirft. Auf diese Weise wird die Stellung der Nadel, also die Nordrichtung, markirt. Das Stickstofflicht wirkt so rasch, daß schon nach 3 Minuten das Papier merklich gebräunt ist.

Ausdehnung der Körper durch die Wärme.

Ueber die Ausdehnungswärme fester Körper sind von H. Buff Untersuchungen angestellt worden.**) Derselbe ver-

*) Photogr. Mitth. No. 114, Jahrg. X, S. 159.
**) Poggend. Ann. Bd. 145, S. 626.

gleicht die Volumenvermehrung eines festen Körpers mit der Dehnung durch spannende Gewichte, und erhebt nun die Frage nach der Größe des Druckes oder Zuges, welchen die Wärme bei der Volumenveränderung auf die Flächeneinheit ausübt. Diese Frage läßt sich beantworten, wenn außer dem Ausdehnungscoëfficienten eines Körpers auch noch sein Dehnungsquotient, beide Werthe auf die Volumeneinheit bezogen, gegeben ist. Nun ist zwar der Dehnungsquotient nach der Längenrichtung bei sehr vielen Körpern bekannt; allein die räumliche Dehnung oder Zusammendrückung ist bis jetzt nur wenig untersucht worden. Indessen hat es Wertheim wahrscheinlich gefunden, daß bei homogenen Körpern die Dehnungs- oder Verdichtungs-Quotienten für die lineare und cubische Dehnung wie Verdichtung einander gleich sind; auch hat derselbe gezeigt, daß die Ergebnisse einiger von Regnault gelegentlich angestellten Versuche über die Verdichtbarkeit des Kupfers, Messings und Glases mit dem erwähnten Satze gut übereinstimmen. Außerdem findet Buff noch einen Wahrscheinlichkeitsgrund für jenes Gesetz. Wären nämlich die beiden Dehnungsquotienten, der auf die lineare Richtung bezogene und der auf den Raum bezogene, abweichend von einander, „so müßte dasselbe auch für die entsprechenden Elasticitätscoëfficienten der Fall sein, und dann sollte man denken, daß die Geschwindigkeit der Schallfortpflanzung in einem Stabe mit derjenigen in einer Kugel aus demselben, nach allen Richtungen ganz gleichartigen Stoffe nicht übereinstimmen könnte."

Buff berechnet nun unter diesen Voraussetzungen für die durch die Ausdehnung latent werdende Wärme, ausgedrückt in Zehntausendteln des ganzen aufgenommenen Wärmequantums, folgende Zahlen:

Eisen	0,980
Kupfer	1,446
Silber	2,378
Gold	1,899
Platin	0,920
Blei	0,800
Glas	1,441
Wasser bei + 16° C .	3,810

Es ist also das auf die Ausdehnung entfallende Wärme-

quantum nicht nur bei den festen Körpern, sondern auch beim Wasser nur ein kleiner Bruchtheil der ganzen aufgenommenen Wärme. Es erklärt sich daraus der Umstand, daß es bisher nicht hat gelingen wollen, die Temperatur eines festen Körpers durch Verdichtung zu erhöhen. Gegen andre Folgerungen Buff's, die sich auf den Einfluß der gebundenen Dehnungswärme auf die Größe der specifischen Wärme der Atome fester Körper beziehen, hat später A. Kurz nach Einwände erhoben.*)

Die Wärmeausdehnung des Hartgummi hat F. Kohlrausch gemessen und etwa drei mal so groß als die des Zinkes gefunden.**) Für 1° C. beträgt dieselbe

zwischen 16°,7 und 25°,3 0,0000770
„ 25,3 „ 35,4 . . . 0,0000842

und daraus berechnet sich der lineare Ausdehnungs-Coëfficient bei t° gleich

$$0{,}000061 + 0{,}00000076 \, . \, t.$$

Ein dünnes Elfenbeinstreifchen von 20 Centim. Länge, an ein gleiches aus Hartgummi mit Hausenblase aufgeleimt, giebt ohne Zeigerwerk ein recht empfindliches Thermometer, da das freie Ende sich bei einer Temperaturveränderung von 1° um mehrere Millimeter verschiebt.

Nach dieser Angabe ist die körperliche Ausdehnung des Hartgummis bei 0° gleich der des Quecksilbers, bei höherer Temperatur noch größer.

Glasthränen. Zu den Erscheinungen, welche sich durch die Ausdehnung fester Körper in der Wärme und ihre Zusammenziehung beim Abkühlen erklären, gehören auch diejenigen, welche die sogenannten Glasthränen darbieten. Man erhält diese Körperchen, wenn man einen Tropfen geschmolzenen Glases in kaltes Wasser fallen läßt. Einen Schlag mit dem Hammer vertragen sie, wenn man aber das lange Ende abbricht, so zerspringen sie sofort in kleine Theilchen.

Vor einigen Jahren hat sich L. Dufour in Lausanne mit diesen Glasthränen beschäftigt***), indem er speciell die beim

---

*) Poggend. Ann. Ergänzungsb. VI. S. 315.
**) Poggend. Ann. Bd. 149, S. 557.
***) Comptes rendus, 1869 févr. 15, p. 398.

Zerspringen stattfindende Wärmeentwickelung studirte. Es zeigte sich das bei der Explosion gebildete Pulver regelmäßig wärmer, als vorher die Glasthräne war, und zwar betrug bei einem mittleren Gewicht der letzteren von 4,8 Gramm der Wärmeüberschuß durchschnittlich 0,°3 Cels.

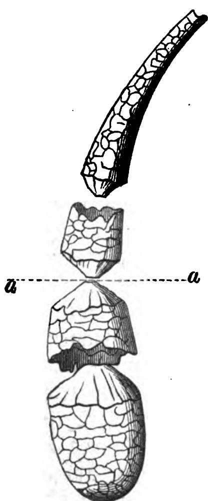
Ueber das Zerspringen selbst hat Victor de Luynes Versuche angestellt.*) Bisher schrieb man der innern, langsam erkalteten Masse eine wesentliche Wirkung zu, indem man sich dachte, dieselbe sei in einem Zustande gewaltsamer Ausdehnung in Folge ihres Zusammenhanges mit der äußeren, durch rasche Abkühlung über der noch heißen innern Masse gebildeten Wandung. Sowie daher die äußere Wand verletzt werde, trete eine Zertrümmerung des Ganzen ein, ähnlich wie ein Stück Zeug unter starkem Zuge reißt, sobald einmal ein kleiner Riß entstanden ist. De Luynes ist aber zu der Ueberzeugung gekommen, daß die innere Masse des Glastropfens höchstens eine secundäre Rolle bei der Explosion spielt, daß diese vielmehr durch die verschieden rasch gekühlten Schichten der äußern Hülle erzeugt wird. Da wo das dünne Ende des Tropfens sich zu verdicken anfängt, am Halse, hängen diese Schichten, von denen die äußeren rascher gekühlt sind, zusammen. Nun behält aber rasch gekühltes Glas ein größeres Volumen, als langsam gekühltes, die äußeren Schichten sollten daher stärker ausgedehnt sein als die inneren; am Halse hängen alle diese verschiedenen Schichten zusammen und dieser Zusammenhang hindert die äußeren Schichten sich soweit auszudehnen, als es der Schnelligkeit der Abkühlung entspricht. Wird aber der Zusammenhang der verschiedenen Schichten am Halse unterbrochen, so können die einzelnen Schichten sich frei ausdehnen und in Folge dessen zerspringt der Glastropfen. Dieser Theorie nach muß die Glasthräne dann zerspringen, wenn der Hals abbricht. In der That hat De Luynes beobachtet, daß man die lange Spitze des Tropfens abbrechen oder auch durch Einhängen in Flußsäure auflösen kann, und daß man den dicken Theil des Tropfens durch Flußsäure wegätzen kann, ohne daß ein Zerspringen stattfindet; der Glas-

*) Comptes rendus, 1873, vol. LXXVI, p. 346. Annales de chimie et de physique. 4me. série. T. XXX, p. 289.

tropfen zerfällt aber in kleine Stücke, sobald der Hals durch die Säure zerstört wird. Aber auch, wenn man das dicke Ende mitten durchsägt oder abschleift, sodaß mit einem Male die untern Enden der verschiedenen Schichten frei werden, zerspringt der Tropfen. Hat man jedoch durch Einhängen des ganzen Tropfens in die Säure die äußeren Schichten weggeätzt, aber den Hals erhalten, so kann man nun den letzteren abbrechen, ohne daß der übrig gebliebene Kern des Tropfens zerspringt.

Je nach der Stelle, wo die Trennung des Zusammenhanges erfolgt, werden sich die freien Enden der Schichten in verschiedener Richtung ausdehnen. Jedenfalls dehnen sich die äußeren Schichten stärker aus als die inneren. Ein ursprünglich ebener Querschnitt wird daher nach dem Bruche eine kegelförmige Fläche bilden. Wenn die Spitze am Hals abgebrochen wird, so sind die Spitzen aller Kegel von der Spitze abgewendet, sägt man aber den dicken Theil ab, so haben die Kegel die entgegengesetzte Lage. Um dies zu sehen, umhülle man die Glasthräne mit Gyps und säge dann das eine oder andere Ende ab. Sägt man die Glasthräne in der Mitte durch, so zeigen die Bruchstücke in den beiden Hälften die entgegengesetzte Anordnung, wie Fig. 21 erkennen läßt. Wenn man den Versuch anstellt, ehe der Gyps völlig erhärtet ist, so kann man die Bruchstücke leicht trennen und die Structur erkennen.

Fig. 21.



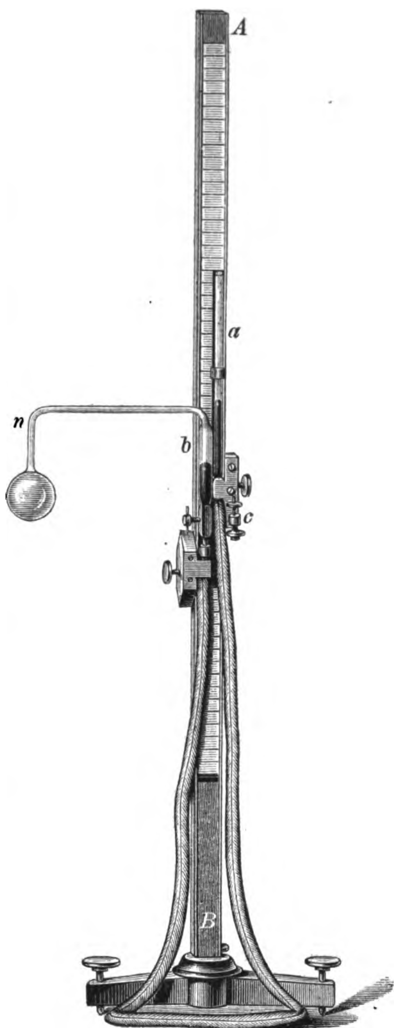
Die Ausdehnungs-Coëfficienten einiger Gase hat Ph. Jolly einer experimentellen Prüfung unterworfen.*) Das Instrument, dessen er sich dazu bedient hat, „ist so einfach, daß es in jedem, selbst ganz bescheiden ausgerüsteten Laboratorium zu Temperaturbestimmungen in Anwenduug kommen kann, und ebenso einfach dienlich ist es zur Bestimmung

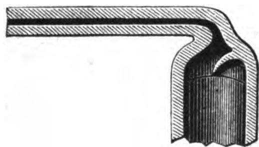
*) Poggend. Ann. Jubelband, S. 82.

der Ausdehnungs-Coëfficienten der Gase." Dasselbe ist in Fig. 22 dargestellt.

An einer mittels dreier Stellschrauben vertical zu stellenden Säule AB befinden sich zwei Glasröhren a und b, welche durch eine mit Quecksilber gefüllte Kautschukröhre mit einander verbunden sind; jede derselben ist durch einen Schlitten verschiebbar, der durch eine Klemmschraube in beliebiger Höhe festzustellen ist. Die Röhre a ist oben offen, die Röhre b aber trägt oben eine Capillarröhre mit angeblasener Kugel. Außerdem ist noch im oberen Theile von b eine Glasspitze eingeschmolzen, wie Fig. 23 in größerem Maßstabe zeigt. Indem man nun die Röhre a in die gehörige Höhe emporschiebt, kann man es dahin bringen, daß das Quecksilber den unteren Theil der Röhre b anfüllt und gerade diese Spitze berührt. Der Niveau-

Fig. 22.



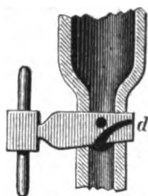

Fig. 23.

unterschied des Quecksilbers in a und b, vermehrt um den am Barometer abzulesenden Luftdruck, giebt nun den Druck an, unter welchem das in der Kugel, der Capillarröhre und der Kuppe von b abgesperrte Gas steht. Steigt die Temperatur des Gases, so wird auch seine Spannkraft eine größere, und man muß die Röhre a weiter empor schieben, um das Quecksilber in b wieder in Contact mit der Spitze zu bringen. Man bestimmt dann den Druck abermals. Um eine möglichst genaue Einstellung des Quecksilbers bis zur Glasspitze zu ermöglichen, ist an a eine Mikrometerschraube c angebracht. Die Scala zum Ablesen der Niveaudifferenz des Quecksilbers ist auf einem Silberspiegel aufgetragen. Indem man dann bei der Ablesung darauf achtet, daß Spiegelbild und Object sich decken, kann man bei einiger Uebung bis 0,1 Millim. genau ablesen. Um Schätzungsfehler zu vermeiden, kann ein Glasnonius angewandt werden.

Besondere Sorgfalt ist auf die Austrocknung des Gases zu verwenden, welches zur Füllung der Kugel dient. Um die Füllung selbst zu bewerkstelligen ist die Röhre b an ihrem unteren Ende durch eine Ueberwurfschraube mit dem Stahlstück verbunden, an welchem die Kautschukröhre befestigt ist; mann kann sie daher abschrauben, ohne das Uebrige zu stören. Dieselbe Ueberwurfschraube dient auch, um die Röhre b mit einem, im Teller der Luftpumpe mündenden Rohre zu verbinden. Am zweckmäßigsten, besonders um Oeldämpfe zu vermeiden, verwendet man eine Quecksilberluftpumpe zum Evacuiren. Man muß dabei darauf achten, daß das Quecksilber der Pumpe vollständig ausgetrocknet ist. Durch wiederholtes, 10 bis 12 maliges Füllen und Entleeren der Röhre mit Gas, das durch eine mit fester Phosphorsäure gefüllte Röhre geleitet worden ist, sichert man sich eine Füllung mit völlig trockenem Gase. Damit man nach erfolgter Füllung die Röhre b abschließen kann, ist am untern Ende ein Hahn Fig. 24 angebracht. Nachdem man die Röhre gefüllt und abgeschlossen hat, wird sie abgeschraubt und mit der Kautschukröhre ver-

bunden. Man bringt dann durch Emporschieben von a das Quecksilber durch d zum Abfließen; sowie aber die ersten Tröpfchen austreten, dreht man den Hahn um 90° und stellt dadurch die Communication zwischen a und b her. Der Apparat ist jetzt zur Benutzung bereit und kann entweder zur Bestimmung des Ausdehnungs-Coëfficienten des zur Füllung benutzten Gases, oder als Luftthermometer zur Bestimmung der Temperatur dienen, sofern noch das Volumen V der Kugel bis zu einer bestimmten Marke n und das Volumen v der Capillarröhre nebst der Kuppe mit der Glasspitze durch Cubicirung ermittelt worden ist.

Fig. 24.



Man bringt die Kugel bis zur Marke n in gestoßenes Eis und dann ebenso weit in Dämpfe kochenden Wassers beide mal wird das Quecksilber in b bis zum Contact mit der Spitze gebracht und so die Spannung des abgesperrten Gases bei der Temperatur Null und der Temperatur T des kochenden Wassers ermittelt; es mögen d und D diese Spannungen sein.

Ist dann α der Ausdehnungs-Coëfficient, γ derjenige des Glases, und bezeichnen t und t' die Temperaturen der Capillarröhre bei Bestimmung der Spannungen d und D, so besteht die Gleichung

$$Vd + \frac{vd}{1+\alpha t} = \frac{1+\gamma T}{1+\alpha T} + \frac{vD}{1+\alpha t'},$$

aus welcher Gleichung man α berechnen kann. Erfolgen die Messungen von d und D nach einander, so kann man $t = t'$ annehmen.

Hierzu ist aber erforderlich, daß der Ausdehnungs-Coëfficient des zur Kugel verwendeten Glases bestimmt wird; es genügt nicht, den mittleren Ausdehnungs-Coëfficient des Glases bei der Rechnung zu Grunde zu legen. Es wurde zu dem Ende ein Fläschchen aus Stücken der gleichen Glasröhre wie die Kugel geblasen und die Mündung mit einer Spitze versehen. Dasselbe ist nachher einmal mit Quecksilber von der Temperatur 0 und dann mit Quecksilber von der Temperatur T des siedenden Wassers gefüllt. Wenn P_0 und P die Ge-

wichte des Quecksilbers in beiden Fällen bedeuten und β = 0,00018153 des Ausdehnungs-Coëfficient des Quecksilbers (nach Regnault) ist, so hat man die Gleichung

$$P\ (1+\beta T) = P_0\ (1+\gamma T),$$

aus welcher sich γ berechnen läßt. Jolly fand im Mittel γ = 0,00002782.

Was nun die Ermittelung der Ausdehnungs-Coëfficienten α anlangt, so hat Jolly dieselben bei folgenden Gasen durchgeführt:

Atmosphärische Luft, die durch einen Liebig'schen Kugelapparat mit Aetzkalilösung, dann durch Schwefelsäure und hierauf durch eine mit fester Phosphorsäure gefüllte Röhre geleitet worden, gab aus 20 Versuchen den Mittelwerth

$$\alpha = 0,00366957$$

mit einem wahrscheinlichen Fehler von ± 0,00000309. Aeltere Bestimmungen sind die

von Rudberg . . . . α = 0,0036457
" Regnault . . . α = 0,003665
" Magnus . . . . α = 0,00366782.

Sauerstoff zeigte im Mittel von 18 Versuchen

$$\alpha = 0,00367430 \pm 0,0000004671.$$

Die Bestimmung erfolgte wie bei atmosphärischer Luft und es fand Jolly dabei die Bemerkung Regnault's, daß bei Berührung des Quecksilbers mit Sauerstoff das erstere rasch verändert werde, nicht bestätigt. Diese Bemerkung scheint bisher immer von einer directen Bestimmung der Ausdehnungs-Coëfficienten des Sauerstoffs abgehalten zu haben.

Stickstoff. Derselbe wurde hergestellt, indem man atmosphärische Luft durch Kalilauge leitete, dann durch glühende Kupferspäne führte und endlich das Gas trocknete. Es ergab sich

$$\alpha = 0,0036677 \pm 0,000000917.$$

Für Kohlensäure ergab sich

$$\alpha = 0,0037060 \pm 0,000000937,$$

und für Stickoxydulgas α = 0,0037067.

Wasserstoff, elektrolytisch bereitet, hat

$$\alpha = 0,00365620 \pm 0,0000010001.$$

Dasselbe Instrument läßt sich bei der gleichen Anordnung auch als Luftthermometer benutzen, um allgemein die Tempe-

ratur T, welche dem Drucke D entspricht, zu ermitteln. Statt aber die oben angegebene Gleichung in jedem Falle nach T aufzulösen, ist es zweckmäßiger, ein für allemal die Constanten des Instrumentes zu ermitteln und dann eine Tabelle zu berechnen, welche die den Werthen von D, t und t' entsprechenden Temperaturen T angiebt. Man kann die Empfindlichkeit des Instrumentes bedeutend steigern, wenn man die Kugel mit Wasserstoff von mehr als einer Atmosphäre Spannung füllt.

Jolly hat auch den Gang eines solchen Luftthermometers mit dem eines Weingeistthermometers verglichen und dabei folgende Resultate erhalten.

Luftthermometer	Weingeistherm.
— 79°435	— 70,435
— 19,294	— 18,02
— 15,246	— 14,41
— 11,022	— 10,72
— 6,321	— 6,21

Zur Erzeugung der tiefsten Temperaturen wurde feste Kohlensäure angewandt, bei den minder niedrigen kamen die bekannten Kältemischungen von Kochsalz und Eis zur Verwendung.

Aenderung des Aggregatzustandes.

Neue Versuche über die Verdampfung hat Stefan in Wien mit flüchtigeren Flüssigkeiten, zunächst mit Aether angestellt.*) Zur Vermeidung großer Temperaturerniedrigungen an der Oberfläche wurden statt der sonst üblichen flachen Schalen enge Röhren als Verdunstungsgefäße benutzt. Dabei stellten sich folgende Resultate heraus.

Die Geschwindigkeit der Verdampfung einer Flüssigkeit aus einer Röhre ist dem Abstande des Flüssigkeitsniveaus vom offnen Ende der Röhre umgekehrt proportional. Dieses Gesetz gilt in voller Schärfe, wenn der Abstand etwa 10 Millim. übersteigt.

Die Verdampfungsgeschwindigkeit ist vom Durchmesser der Röhre unabhängig. Dieser Satz wurde an Röhren von 0,3 bis 8 Millim. Durchmesser verificirt.

*) Wiener Akad. Anz. 1873. No. XXIV.

Die Verdampfungsgeschwindigkeit wächst mit der Temperatur, insofern mit dieser der Dampfdruck der Flüssigkeit steigt. Ist p das Maximum der Spannkraft des Dampfes für die Beobachtungstemperatur und P der Luftdruck, unter welchem die Flüssigkeit verdampft, so ist die Verdampfungsgeschwindigkeit proportional dem Logarithmus von

$$\frac{P}{P-p}.$$

Für P=p siedet die Flüssigkeit.

Ferner wurden Versuche über die Verdampfung in geschlossenen Röhren angestellt. Taucht man eine an dem einen Ende geschlossene Röhre mit dem offenen Ende in Aether, so entwickeln sich Blasen, und es verhalten sich anfänglich die Zeiten, in denen eine gleiche Anzahl von Blasen entwickelt werden, wie die ungeraden Zahlen. Enthält die Röhre Wasserstoff statt Luft, so entsteht dieselbe Menge Blasen in ein Viertel der Zeit; die Verdampfung erfolgt also in Wasserstoffgas viermal so rasch als in atmosphärischer Luft.

Taucht man eine mit einem Hahn versehene Röhre während der Hahn offen ist in Aether und schließt dann den Hahn, so sinkt das Flüssigkeitsniveau in der Röhre unter das äußere, und es verhalten sich anfänglich die Tiefen, bis zu denen das innere Niveau in bestimmten Zeiten sinkt, wie die Quadratwurzeln aus den Zeiten.

Reflexion der Wärmestrahlen.

Louis Dufour in Lausanne hat die Reflexion der Sonnenwärme vom Spiegel des Genfersees zum Gegenstande seiner Beobachtungen gemacht.*) Er bediente sich dabei des von Gasparin vorgeschlagenen Verfahrens: dünner Hohlkugeln aus Kupfer von 10 Centim. Durchmesser, auf der Außenseite geschwärzt und mit einem centralen Thermometer versehen, dessen Röhre durch eine Oeffnung nach außen ragte. Jede Kugel war am Ende einer 1,8 Meter langen Stange angebracht. Die eine, durch einen passenden Schirm vor directen

*) Comptes rendus, 1873 juin 30, p. 1572. Poggend. Ann. Jubelband, S. 253.

und reflectirten Sonnenstrahlen geschützt, gab die Temperatur der Luft an; die zweite war gegen die Sonne geschützt, empfing aber die vom Wasser reflectirte Wärme, die dritte Kugel endlich war ganz frei und empfing also auch die directen Sonnenstrahlen.

Die Beobachtungen wurden an sechs Stationen am nördlichen Ufer des Sees, zwischen Lausanne und Vevey, angestellt; zwei davon lagen unmittelbar am Wasser, die übrigen entfernter, die entlegenste in 400 Meter horizontalem Abstand und 263 Meter Höhe.

Die Beobachtungen wurden hauptsächlich angestellt, um das Verhältniß zwischen der reflectirten Wärme und der directen Sonnenwärme kennen zu lernen.

Verschiedene Umstände hinderten zwar völlig übereinstimmende Resultate der verschiedenen Beobachtungsreihen, doch konnte Dufour folgende Ergebnisse aussprechen:

Im Allgemeinen kann man behaupten, daß die Menge der reflectirten Wärme zunimmt, jemehr die Sonne sich dem Horizonte nähert, und daß diese Zunahme bei großen Incidenzen eine sehr rasche ist.

Die größte beobachtete Menge, 0,68, wurde zweimal, bei 4° 38′ und 3° 34′ Sonnenhöhe wahrgenommen; Werthe von 0,4 bis 0,5 fanden sich mehrmals bei Sonnenhöhen unter 7° 27′, das Verhältniß 0,3 bis 0,4 fand sich öfters bei Höhen bis zu höchstens 11° 56′, die Werthe 0,2 bis 0,3 traten häufiger bei Höhen bis 16° 35′ auf. Am häufigsten wurden Mengen unter 0,20 beobachtet, in Höhen, die oft größer als die genannten waren.

Bei einer Höhe von 30° oder darüber war die reflectirte Wärme unmerklich oder doch unter 0,01.

Nur selten war der See vollständig ruhig; gewöhnlich zeigte er statt eines klaren Bildes der Sonne einen glänzenden, je nach Größe und Form der kleinen Wellen mehr oder weniger in die Länge gezogenen Streifen. Im Allgemeinen scheint es, als wenn eine ruhige Oberfläche mehr Licht reflectirt, als eine unruhige; doch sind die Unterschiede nicht sehr bedeutend. Die wahrscheinlich günstigste Bedingung, die auch bei dem Maximum 0,68 erfüllt war, ist die, daß der See am Ufer ruhig ist und ein fast klares Bild der Sonne giebt, während er in

einiger Entfernung unruhig ist. Die Wirkung des langgezogenen Streifens auf der letzteren Fläche addirt sich dann zu der des ruhigen Bildes.

An den vom Wasser entfernteren Stationen scheint die reflectirte Wärmemenge von einem bestimmten Einfallswinkel an nicht mehr zu=, sondern abzunehmen. Es rührt dies wahrscheinlich daher, daß bei tiefem Sonnenstande die reflectirten Strahlen von einer weit entlegenen Stelle des Sees her zu dem Apparate gelangen und auf dem weiten Wege durch die Absorption der Atmosphäre bedeutend an Intensität verlieren.

Die wahre Menge der reflectirten Wärme wächst nicht bis zum Sonnenuntergang; es vermag also die Zunahme der relativen Quantität der reflectirten Wärme nicht die Abnahme der Intensität der einfallenden Strahlen zu compensiren. Der Zeitpunkt, in welchem das Maximum erreicht wird, hängt wahrscheinlich ab von der Beschaffenheit des Sees sowie von der Diathermansie der Luft.

Dufour hat die Gesammtmenge der reflectirten Wärme an einer bestimmten Station verglichen mit der direct von der Sonne gelieferten und z. B. gefunden, daß auf der Station Dézaley am 28. Sept. 1872 die Gesammtmenge der von Sonnenauf= bis Untergang gelieferten Wärme ungefähr gleich war der directen Strahlung während der letzten 3/4 Stunden vor Sonnenuntergang.

Vergleichende Beobachtungen mit geschwärzten Hohlkugeln und einem Pouillet'schen Pyrheliometer ermöglichten die Reduction der gemessenen relativen Wärmemengen in absolutes Maß. Es betrug die vom See reflectirte Wärmemenge für das Quadratmeter einer zu den Strahlen senkrechten Ebene, von dem Augenblicke an gerechnet, wo die Reflexion anfängt merklich zu werden bis zum Untergange der Sonne

für Ouchy, 12. Sept.	104	Wärme=Einh.
„ Tour Haldimand, 5. Oct. . .	84	„ „
„ Dézaley, 28. Sept.	102	„ „
„ „ 18. Oct.	134	„ „

Die Unsicherheit dieser Zahlen übersteigt nicht 1/4 ihres Werthes, und zwar sind die richtigen Werthe der reflectirten Wärmemengen eher kleiner als größer.

Obgleich nicht bedeutend, ist die vom Genfersee reflectirte

Wärmemenge doch hinreichend, um einen Einfluß auf das Klima auszuüben: es wird die Temperatur der nördlich, östlich und westlich vom See gelegenen Gegenden etwas erhöht, es ist als ob die Sonne etwas länger überm Horizonte bliebe. Dieser Vermehrung der Wärme muß nothwendig von Einfluß auf die Vegetation, besonders auf die Reben an den Gehängen des Sees sein. Die Zeit, wenn die reflectirte Wärme gewisse Stellen trifft, ist je nach der Lage verschieden, und Dufour glaubt, daß daher gewisse Unterschiede in der Wirkung der reflectirten Wärme auf die Pflanzen rühren.

Die Reflexion der Sonnenwärme von einem großen Wasserbecken ist offenbar nicht bedingt durch die Abwesenheit von Salz. Aehnlich wie am Genfersee wird daher auch am Gestade des Oceanes an günstig gelegenen Stellen eine Förderung der Vegetation durch die vom Wasser reflectirte Wärme eintreten. Je weiter wir uns aber vom Aequator entfernen, um so größer wird der mittlere Werth des Einfallswinkels der Sonnenstrahlen, um so größer daher auch das Quantum der reflectirten Wärme. Ein Theil der letzteren wird von der Luft absorbirt und erwärmt dieselbe, ein anderer geht in den Weltraum. Das Vorwalten der Meere in den hohen südlichen Breiten muß daher eine geringere Nutzbarmachung der directen Sonnenwärme zur Folge haben.

Die Reflexion der Wärme- und Lichtstrahlen von geneigten diathermanen und durchsichtigen Platten hat H. Knoblauch in Halle untersucht.*) Es bildet diese Arbeit eine Ergänzung der älteren Untersuchung über den Durchgang der Strahlen durch solche Platten.

Durch einen Heliostaten erhielten die Sonnenstrahlen eine feste horizontale Richtung, ein drehbares Nicol'sches Prisma ertheilte ihnen eine bestimmte Polarisation; sie fielen dann auf die um eine verticale Achse drehbaren und dabei immer vertical bleibenden spiegelnden Platten. Mit Benutzung einer horizontalen Kreistheilung wurden letztere auf gewisse Incidenzwinkel eingestellt. Die Messung der reflectirten Strahlen erfolgte an einem Thermomultiplicator.

Es wurden zunächst Versuche mit einer Platte von

*) Poggend. Ann. Jubelband, S. 280.

schwarzem Glase angestellt, welches nur an der Vorderfläche reflectirte, und dabei die Zurückwerfung der unter 45° gegen die horizontale Reflexionsebene polarisirten Strahlen verglichen mit der Zurückwerfung der bei verticalem Hauptschnitt des Nicol und der bei horizontaler Stellung desselben durchgegangenen Strahlen. Nimmt man als Einheit die Intensität der bei einem Incidenzwinkel von 15° reflectirten Strahlen, so kann man die Resultate folgendermaßen darstellen:

Einfallswinkel:	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertical	1,00	1,67	3,33	5,00	8,33	13,33	20,00
45°	1,00	1,00	1,00	1,50	3,00	6,00	9,00
horizontal	0,50	0,50	0,40	0,25	0,00	0,75	3,00

Es wurde ferner mit einer einzelnen, 2,5 Millim. dicken Platte von farblosem Glase und hierauf mit einem Satze von 8 Lamellen solchen Glases experimentirt.

Es zeigte sich dabei bei dem farblosen Glase eine erhöhte Intensität der reflectirten Strahlen im Vergleich zum schwarzen Glase, und bei Anwendung einer größeren Anzahl farbloser Platten eine reichlichere Reflexion als bei einer einzigen; es nimmt aber der Grad der mit wachsendem Einfallswinkel eintretenden Steigerung der Reflexion mit der Vermehrung der Platten ab.

Wenn z. B. der Hauptschnitt des Nicol unter 45° geneigt war, so waren die thermoskopischen Angaben

	beim schwarzen Glase	bei einer farblosen Platte	bei 8 solchen Platten
unter 15°	0,5	1,5	3,5
„ 75°	4,5	8,5	8,9

Die Steigerung war also beim schwarzem Glase 1 : 9, bei einer farblosen Platte 1 : 5,67 bei 8 Gläsern 1 : 2,54.

Nimmt man die Intensität der bei 15° reflectirten Wärme als Einheit, so kann man bei farblosen Gläsern die Resultate durch folgende Zahlen ausdrücken:

Einfallswinkel:		15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°
Hauptschnitt des Nicol vertical	1 Platte	1,00	1,50	2,50	2,75	5,00	6,25	8,00
	8 Platten	1,00	1,14	1,57	2,00	2,14	2,29	2,43
horizontal	1 Platte	1,00	0,87	0,60	0,30	0,00	0,75	3,00
	8 Platten	1,00	0,86	0,60	0,27	0,00	0,36	1,32

Aus dieser, sowie aus der oben stehenden Tabelle erkennt man einen wesentlichen Unterschied zwischen der verticalen und horizontalen Stellung des Hauptschnittes des Nicol: während bei der ersten die Menge der reflectirten Wärme mit wachsendem Einfallswinkel wächst, nimmt sie bei dieser anfangs ab bis zum Winkel von 55°, dem Polarisationswinkel, wo sie auf Null herabsinkt; von da an wächst sie wieder. Dabei ist die anfängliche Abnahme stärker und die spätere Zunahme schwächer bei 8 Platten, als bei einer einzigen.

Bei den vorigen Versuchen war die Menge der durch das Nicol'sche Prismen gehenden Strahlen je nach dessen Stellung eine verschiedene. Durch passend ausgewählte Blendungen kann man aber diese Mengen bei den verschiedenen Stellungen des Nicol gleichgroß machen, was man aus der gleichen Ablenkung am Multiplicator erkennt. Aus Versuchen mit solchen gleichen Lichtmengen, die aber verschieden polarisirt waren, ergab sich, daß die bei verticalem Hauptschnitt des Nicol durchgegangenen Strahlen, deren Polarisationsebene mit der Reflexionsebene zusammenfällt, am reichlichsten; die, dem Verhalten der unpolarisirt einfallenden entsprechenden, unter 45° polarisirten Strahlen weniger reichlich; die bei horizontalem Nicol-Hauptschnitt eingetretenen, deren Polarisationsebene senkrecht zur Reflexionsebene steht, am wenigsten zurückgeworfen werden.

Ein deutliches Bild des Ueberganges von Stufe zu Stufe erhält man, wenn man die Intensität der reflectirten Wärme bei dem größeren Einfallswinkel abzieht von der Intensität beim nächst kleineren und die Differenz dividirt mit dem Minuend. Natürlich erhält man bei zunehmender Intensität eine negative, bei abnehmender eine positive Zahl. So sind die folgenden Zahlen erhalten worden, die sich auf Versuche mit Platten einer etwas bläulichen Glassorte beziehen, die eine Dicke von fast genau 1,25 Millim. hatten.

Bei einer reflectirenden Platte.

Einfalls-winkel:	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°	85°
Hauptschnitt des Nicol vertical		—0,200	—0,248	—0,359	—0,675	—0,561	—0,570	—0,408
45°		—0,118	—0,179	—0,339	—0,427	—0,575	—0,837	– 0,630
horizontal		+0,100	+0,178	+0,595	+1	— ∞	—2,315	—1,963

Bei sechs reflectirenden Platten.

Einfalls-winkel:	15°	25°	35°	45°	55°	65°	75°	85°
Hauptschnitt des Nicol vertical		—0,000	—0,112	—0,169	—0,300	—0,231	—0,141	—0,120
45°		—0,000	—0,000	—0,012	—0,086	—0,277	—0,549	—0,267
horizontal		+0,127	+0,250	+0,600	+1,00	— ∞	—2,029	– 0,953

Man sieht aus dieser Uebersicht,

daß bei verticalem Hauptschnitt des Nicol der Grad der Steigerung der reflectirten Strahlen bis zum Polarisationswinkel (55°) wächst, dann aber abnimmt;

daß bei unter 45° gedrehtem Nicol diese Steigerung noch über 55° hinaus wächst,

und daß bei horizontalem Hauptschnitt der Grad der Verminderung bis 55° abnimmt, jenseits 55° aber der Grad der Steigerung abnimmt;

daß endlich die Steigerungsgrade desto kleiner sind, je größer die Anzahl der parallelen diathermanen, durchsichtigen Platten ist.

Diese Erscheinungen werden verständlicher, wenn man die Gesammtergebnisse als aus zwei Wirkungen hervorgegangen betrachtet, deren eine, als Einfluß der reflectirenden Substanz, die mit wachsendem Einfallswinkel von 0° bis 90° stetig zunehmende Intensität der Strahlen ist, und deren andere, als Folge der durch die Polarisation gegebenen Eigenthümlichkeit der Strahlen, bei verticalem Hauptschnitt des Nicol die mit der Incidenz bis 55° zu-, dann abnehmende, bei horizontalem Hauptschnitte die bis 55° ab-, dann zunehmende Intensität ist.

Vergleicht man die Reflexion an geneigten diathermanen und durchsichtigen Platten mit dem Durchgange, so findet man:

1) für Einfallswinkel von 0° bis 55°

a) beim Zusammenfallen der Polarisations- und Reflexionsebene eine mit dem Incidenzwinkel wachsende Zunahme der reflectirten und Abnahme der durchgelassenen Strahlen, von denen durch Vermehrung der Plattenzahl die erstere dem Grade nach beeinträchtigt, die letztere begünstigt wird,

b) beim Kreuzen der Polarisations- und Reflexionsebene eine gesteigerte Intensitätsabnahme der zurückgeworfenen, dagegen Zunahme des durchgehenden Strahlen, beide gefördert durch größere Plattenzahl;

2) für Einfallswinkel von 55° bis 90°

a) bei paralleler Lage der Polarisations- und Reflexionsebene eine mit dem Incidenzwinkel verminderte Zunahme der reflectirten, und verminderte (nur bei weniger diathermanen und durchsichtigen Substanzen vermehrte) Abnahme der durchgelassenen Strahlen, beide durch Vermehrung der Platten in höherem Grade vermindert (bei den weniger diathermanen Körpern die Abnahme relativ weniger vermehrt),

b) bei senkrechter Stellung der beiden Ebenen eine sich vermindernde Intensitätszunahme der zurückgeworfenen und eine sich steigernde Abnahme der durchgelassenen Strahlen, erstere durch eine größer Plattenzahl noch mehr verringert, letztere noch mehr gesteigert.

Specifische Wärme.

Die specifische Wärme des Kohlenstoffes ist von H. F. Weber einer neuen Untersuchung unterworfen worden*), um die Ursache der Abweichungen in den früher von Regnault Kopp, Wüllner u. A. gewonnenen Resultaten zu ermitteln. Es stellte sich dabei heraus, daß die specifische Wärme des Kohlenstoffes mit der Temperatur zunimmt, und zwar bedeutender

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellsch. V, S. 303.

als bei irgend einer andern Substanz. Beim Diamant verdreifacht sie sich, wenn die Temperatur von 0° auf 200° steigt.

Nach Webers Meinung bildet dieses Resultat ein starkes Argument gegen die Gültigkeit des Dulong-Petit'schen Gesetzes, nach welchem das Product aus specifischer Wärme und Atomgewicht für alle Elemente nahezu gleich sein soll; „denn dieses Gesetz verliert jeden physikalischen und chemischen Werth, sobald seine Gültigkeit wesentlich von der Temperatur abhängig ist." Jedenfalls ist es merkwürdig, daß Kohlenstoff und Bor von diesem Gesetze erheblich abweichen, während die meisten andern festen Elemente ihm annähernd gehorchen.

Das Verhältniß der specifischen Wärme bei constantem Drucke (c) zu derjenigen bei constantem Volumen (c'), oder der Bruch $k = \frac{c}{c'}$ ist für mehrere Gase von Dr. W. C. Röntgen in Straßburg aufs Neue bestimmt worden*) nach einer Methode, welche eine größere Garantie für die Richtigkeit leisten soll als die frühern Bestimmungsmethoden. Die gefundenen Werthe von k sind folgende:

	k	wahrsch. Fehler
trockene atmosphärische Luft .	1,4053	0,00027
Kohlensäure	1,3025	0,00039
Wasserstoff	1,3852	

Aeltere Bestimmungen von k rühren bekanntlich von Gay-Lussac, Clément und Désormes, Delaroche und Bérard (1809—1812) her. Als Mittelwerth aus den Gay-Lussac'schen Versuchen giebt Laplace für Luft k = 1,3748, aus den Delaroche'schen leitet er k = 1,249 ab; Clément und Désormes fanden k = 1,354. Nach derselben Methode wie diese Beiden fand Masson (1858)

für atmosphärische Luft k = 1,4196
" Kohlensäure . . k = 1,30
" Wasserstoff . . . k = 1,376

Cazin hat (1862) für Luft k = 1,410 und später 1,407 gefunden, hält aber den erstern Werth für richtiger, Hirn giebt in seiner Théorie mec. de la chaleur (p. 121)

*) Poggend. Ann. Bd. 148, S. 580.

k = 1,3845 als Ergebniß von etwa 40 Versuchen an. Außerdem existiren noch Versuche von Kohlrausch; doch hat Röntgen in denselben einen principiellen Fehler nachgewiesen,*) den er eben bei seinen neuen im Juni bis August 1871 angestellten Versuchen zu beseitigen gesucht hat.

Aus der Größe k läßt sich bekanntlich das mechanische Wärmeäquivalent berechnen. Röntgen hat diese Rechnung ausgeführt sowohl nach der Clausius'schen Formel für ideelle Gase, als auch nach einer von Schröder van der Kolk gegebenen, welche die Abweichungen vom Mariotte-Gay-Lussac'schen Gesetze berücksichtigt und die deshalb richtigere Werthe geben soll. Er findet aus den Versuchen mit atmosphärischer Luft 427,31 und 428,09 und aus den Versuchen mit Kohlensäure 425,16 und 432,30.

Auch die Schallgeschwindigkeit läßt sich mittels der Größe k berechnen. Röntgen findet dieselbe für Luft bei 0°C gleich 331,83 Meter und bei 19°5 gleich 343,50 M., für Kohlensäure aber 267,805 bei 19°5, was mit Beobachtungen von Kundt gut übereinstimmt.

Elektricität und Magnetismus.

Elektricitätserregung.

Elektricität des Kautschuk und Hartgummi. Demochet hat bemerkt, daß die kleinen, als Kinderspielzeug gebräuchlichen Gummibälle selbst in feuchter Luft bei der geringsten Reibung stark elektrisch werden. Er hat deshalb einen Elektrophor construirt, bei welchem der Harzkuchen durch eine über einen Metallkreis von 80 Centim. Durchmesser gespannte Kautschukmembran ersetzt ist. Es reicht hin, die innere Fläche der Membran kreisförmig mit der flachen Hand zu reiben und sie dann auf eine gut leitende Scheibe zu legen, hierauf in gleicher Weise die obere Fläche zu reiben, um mit einer an einer isolirenden Handhabe zu haltenden Metallscheibe von 25 Centimeter Durchmesser sehr glänzende Funken von 3 bis 5

*) Poggend. Ann. Bd. 141.

Centimeter Länge zu erhalten. Man erhält diese Wirkung selbst bei der feuchtesten Witterung, wenn man die Kautschukmembran zuvor mäßig erwärmt.*)

Mit einer Hartgummiplatte, die auch durch den geringsten Stoß, durch Reiben mit einem Blatte Papier, oder mit einem Haarpinsel ꝛc. elektrisch wird, kann man folgenden einfachen, von Douliot angegebenen Versuch anstellen**). Nachdem man sie getrocknet und um ihr jede Spur von Elektricität zu nehmen, über der Flamme einer Weingeistlampe bewegt hat, zeichnet oder schreibt man auf ihr mittels eines Stückchens Holz, eines Wischers oder Pinsels; man kann auch einen metallenen Stift nehmen, muß sich aber dann vor zu starkem Aufdrücken hüten. Die unsichtbarem Züge auf der Platte werden sichtbar wenn man dieselbe mit einer Mischung von Schwefel und Mennige bestäubt; die Mennige haftet überall auf den Zügen und diese erscheinen roth. So groß ist die Nettigkeit der so erhaltenen Figur, daß man oft, wenn man zum Zeichnen eine Feder mit nicht völlig geschlossenem Spalte benutzt hat, die Spuren beider Spitzen ganz dicht nebeneinander sieht.

Galvanisches Element von W. Beetz. Für therapeutische Zwecke hat W. Beetz eine Säule mit constantem Strom beschrieben***), deren Elemente in ihrer Einrichtung wesentlich mit den Leclanché'schen übereinstimmen, die sich so vielseitig brauchbar erwiesen haben (Jahrg. V dieses Jahrb. S. 162). Sie unterscheiden sich von diesen hauptsächlich dadurch, daß die porösen Diaphragmen fortgelassen sind, wodurch der Apparat in eine sehr kleine Gestalt gebracht ist, und daß das Zink nicht amalgamirt wird, weil selbst kleine Quecksilbermengen, welche sich vom Zinke loslösen und über die negativen Erreger des Elementes verbreiten, der elektromotorischen Kraft desselben bedeutend schaden. Da diese Säule ziemliche Verbreitung gefunden hat, so hat Beetz die Umstände genauer zu ergründen versucht, welche ihre Wirkung erhöhen, und dadurch ist er veranlaßt worden, die Rolle, welche Hyperoxyde in der Volta'schen Kette spielen,

---

*) Les Mondes, 1872 juillet 24. Carl's Repert. der Exper.-Physik. Bd. IX, S. 272.

**) D'Almeida, Journal de Physique. Juillet 1873. Carl's Rep. Bd. IX, S. 406.

***) Deutsches Archiv f. klinische Medicin, X, S. 119.

näher zu untersuchen,*) da ja die hohe elektromotorische Kraft der Leclanché'schen Kette wesentlich dem in ihr zur Verwendung kommenden Gemenge von Braunstein und Kohle zuzuschreiben ist. Es hat sich dabei herausgestellt, daß ein Gemisch aus grober Kohle und feinem Braunstein am zweckmäßigsten für solche Elemente ist, weil in ihm dem Braustein am meisten Gelegenheit geboten wird, sowohl als Elektromotor, wie als Depolarisator zu wirken.

Das galvanische Element von Zalivski**) hat zwei poröse Thonzellen, die mit einem Zwischenraum in einander passen. Die innere Thonzelle enthält die Kohle und ist mit Salpetersäure gefüllt, im Zwischenraume befindet sich Schwefelsäure und das äußere Gefäß, in welchem die Zinklamelle steht, enthält eine concentrirte Salmiaklösung.

Polarisationsbatterie von Gust. Planté.***) Das Element besteht aus zwei langen und breiten Bleistreifen, welche spiralförmig zusammengerollt sind und durch einige Gummistreifen getrennt gehalten werden. Dieselben sind in ein Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure (1 Säure auf 10 Wasser) eingesenkt, das mit einem Deckel von Hartgummi geschlossen ist, der die Metalltheile trägt, die den Schließungskreis für den Polarisationsstrom bilden, wenn das Element geladen ist. Die beiden Bleistreifen stehen mittels Klemmen in Verbindung mit den Leitungsdrähten der primären Batterie, welche aus zwei kleinen Bunsen'schen Elementen besteht. Unter dem Einflusse des Stromes wird das Wasser zersetzt, der positive Bleistreifen bedeckt sich auf seiner ganzen Oberfläche mit Bleioxyd, der negative mit einer Schicht Wasserstoff. Nach einiger Zeit ist das Element hinlänglich stark geladen, um einen Platindraht von 1 Millim. Durchmesser rothglühend zu machen, oder einen Stahldraht von gleichem Durchmesser zum Schmelzen zu bringen, kurz temporäre Wirkungen zu erzeugen, die viel stärker sind, als sie die zum Laden des Elementes benützte Batterie gegeben hätte. Nach Planté ist die elektromotorische Kraft eines solchen

---

*) Poggend. Ann. Bd. 150, S. 535.

**) Les Mondes, 1873 juillet 10. Carl's Rep. der Exper.-Physik. Bd. IX, S. 408.

***) Carl's Rep. Bd. IX, S. 382, mit Abbildungen.

Elementes $1\frac{1}{2}$ mal so groß als die eines Grove'schen oder Bunsen'schen.

Wenn die Bleiplatten neu sind und das erste Mal geladen werden, so sind die Wirkungen von sehr kurzer Dauer. Wenn man aber den primären Strom mehrmals nach einander in Zwischenzeiten von 1—2 Tagen in wechselnder Richtung durchgehen läßt, um beide Platten mit Oxyd zu überziehen, so gewinnen die secundären Ströme betächtlich an Dauer und Stärke. Auch hat Planté mit Bleistreifen von mindestens $\frac{1}{2}$ Quadrat-Meter Fläche Entladungswirkungen von längerer Dauer erhalten, z. B. einstündiges Glühen eines Drahtes von $\frac{7}{10}$ Millim. Durchmesser.

Für Versuche mit großer Spannung hat Planté eine Batterie von 20 secundären Elementen von kleinerer Dimension mit einem Commutator so vereinigt, daß sie während des Ladens nach Quantität, für die Entladung aber nach Intensität verbunden werden können. Dieser Commutator besteht aus zwei Metallcylindern, von denen der eine die geraden Pole, der andere die ungeraden Pole mit Federn verbindet. Beide sind mit einem flachen Stabe aus Holz verbunden, welcher schiefgestellte Kupferlamellen trägt, die man an den Federn schleifen lassen kann. Wenn man diesen Commutator um seine Längsachse eine Vierteldrehung machen läßt, so kann man die Elemente nach Quantität oder Qualität verbinden. Jedes dieser secundären Elemente hat 8 Quadrat-Decimeter verwendbare Oberfläche und einen Widerstand welcher 8,77 Meter Kupferdraht von 1 Millim. Durchmesser gleichkommt.

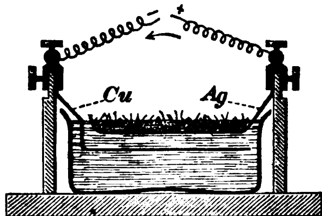
Die Ladung durch 2 Bunsen'sche Elemente ist in Zeit von etwa 20 Minuten vollendet. Die Entladung ist dann so kräftig wie bei 30 großen Bunsen'schen Elementen und reicht aus zur Erzeugung des Volta'schen Lichtbogens. Zwei Batterien von je 20 Elementen geben eine ungefähr eine Minute andauernde Entladung mit allen Wirkungen einer Batterie von 60 Bunsen'schen Elementen, als elektrisches Licht, Glühen von 2 Meter langen Platindrähten, Schmelzen langer Stahldrähte, chemische Zersetzungen &c.

Man kann diese Batterie auch zur Erzeugung großer Quantitätseffecte benutzen mittels Klemmen, die an den Metallcylindern angebracht sind, welche den Hauptstrom über alle secundären Elemente vertheilen. Wenn man, nachdem die Batterie

geladen ist, zwischen diese Klemmen einen Platindraht von 2 Millim. Durchmesser bringt, so wird derselbe glühend und kommt selbst zum Schmelzen.

Luftbatterie von J. H. Gladstone und Alfred Tribe.*) Gladstone und Tribe haben schon früher**) darauf aufmerksam gemacht, daß, wenn Stücken Kupfer und Silber in Contact in eine Lösung von Kupfernitrat in Gegenwart von Sauerstoff eingetaucht werden, eine Zersetzung des Salzes eintritt, indem Kupferoxyd auf dem Silber ausgeschieden und metallisches Kupfer entsprechend gelöst wird, während ein galvanischer Strom vom Kupfer zum Silber durch die Flüssigkeit geht. Sie bemerkten auch, daß diese Erscheinung nur ein besonderer Fall einer allgemeinen Classe ähnlicher Reactionen sei. Auf diese Erscheinung haben die Genannten nun die Construction einer Batterie gegründet. Da die Atmosphäre Sauerstoff in unbegrenzter Menge enthält, der aber, wie die genauere Untersuchung gezeigt hat, nur in der Nähe des Silbers gebunden wird, so brachten sie die Silberplatte in Form einer flachen Mulde dicht unter der Oberfläche des Flüssigkeitsspiegels an, die sie bis an den Spiegel mit kleinen Silberstücken anfüllten (Fig. 25). Darunter liegt die Kupferplatte, wenn nöthig durch ein Stück Muselin getrennt; der aus der Flüssigkeit ragende Theil, bis ein Stück in letztere hinein, ist gefirnißt, weil sonst hier das Kupfer am stärksten angegriffen wird und die Platte leicht abbricht. Die Silberplatte ist mehrfach durchbrochen, um die Communication zwischen der Kupferplatte und der Oberfläche zu erleichtern. Das Ganze befindet sich in einem Troge, der die Flüssigkeit enthält.

Fig. 25.



Gladstone und Tribe haben durch besondere Versuche die

*) Philos. Magazine. Fourth Series. Vol. 47. Jan. 1874, p. 61; Nature, 1873 April 17, p. 472.

**) Proc. Roy. Soc. April 1872, Vol. XX, p. 290.

Wichtigkeit des Sauerstoffes nachgewiesen, theils indem sie mit gewöhnlicher und mit luftfreier Flüssigkeit, theils indem sie in atmosphärischer Luft und in einer Atmosphäre von Kohlensäure experimentirten. Von Wichtigkeit ist allerdings auch eine möglichst große Silberoberfläche, während durch Vergrößerung der Kupferoberfläche wenig geändert wird. Erwärmung vermehrt die Wirkung bedeutend.

Für praktische Anwendungen halten Gladstone und Tribe eine auf dasselbe Princip gegründete Batterie von Kupfer und Zink in einer mit Luft gesättigten Zinkchloridlösung für zweckmäßig. Die elektromotorische Kraft soll sechs mal so groß sein wie die der Silber-Kupferkette und 3/4 von der einer Daniell'schen Zelle. Die beiden Metalle könnten wie in einem Daniell'schen Elemente geordnet werden, das Zink braucht keine Amalgamation.

Die elektromotorischen und thermoelektrischen Kräfte verschiedener Metallegirungen im Contact mit Kupfer sind von A. F. Sundell im physikalischen Laboratorium der kgl. schwed. Akademie der Wissenschaften in Stockholm bestimmt worden.*) Derselbe fand folgende Zahlen:

	Elektromot. Kraft	Thermoelektr. Kraft
12 Wismuth 1 Zinn	254,74	270,69
8 " 1 "	234,18	236,39
4 " 1 "	137,49	145,75
Eisen	82,36	86,12
2 Wismuth 1 Zinn	49,76	81,59
Kupfer	0	0
Neusilber	98,08	103,12
32 Wismuth und 1 Antimon	295,01	295,24
Wismuth	417,14	460,06
32 Wismuth und 3 Antimon	533,98	680,94

Die verschiedenen Metalle und Legirungen sind hier so geordnet, daß ein vorhergehender Körper elektropositiv gegen einen nachfolgenden ist. Aus dem Anblick der Tabelle ergiebt sich sogleich, daß eine Metalllegirung, gleich den

*) Poggend. Ann. Bd. 149, S. 144.

einfachen Metallen, in der elektromotorischen und in der thermoelektrischen Reihe dieselbe Stellung einnimmt. Außerdem glaubt sich Sundell auch berechtigt zu der Annahme, daß das Verhältniß zwischen der thermoelektrischen und elektromotorischen Kraft der untersuchten Legirungen constant und gleich dem Verhältnisse für die Combination Eisen-Kupfer und Kupfer-Wismuth ist.

Endlich macht Sundell noch aufmerksam auf die bemerkenswerthe Thatsache, daß die Wismuth-Zinn-Legirungen eine stetige Abnahme der elektromotorischen wie der thermoelektrischen Kraft zeigen. Die Legirung von 2 Th. Wismuth und 1 Th. Zinn zeigte z. B. in der Zeit vom 28. Februar bis 7. März (1872) eine Abnahme der elektromotorischen und thermoelektrischen Kraft, welche 43,8 und 37,9 Proc. betrug. Von den reinen Metallen scheint auch das Wismuth eine solche Veränderung zu erleiden. Wahrscheinlich hängt die Erscheinung mit Moleculärveränderungen zusammen.. „Durch die schnelle Erkaltung der Gußform wird die freie Krystallisation der Legirung gehindert und es entsteht ein Spannungszustand, aus welchem die Molecüle sich frei zu machen suchen. Gleichzeitig können chemische Veränderungen vor sich gehen; entweder treten die Bestandtheile der Legirung zum Theil in chemische Verbindung mit einander, oder es können auch beim Gusse entstandene Verbindungen wieder zerfallen." Aehnliche Molecularveränderungen sind anderweit mehrfach bekannt. Es gehört hierher der Uebergang der künstlich hergestellten monoklinischen Schwefelkrystalle in Aggregate von kleinen rhombischen Krystallen, der Uebergang der amorphen arsenigen Säure in die krystallinische Modification. Eine bemerkenswerthe Wahrnehmung hat in dieser Hinsicht Edlund gemacht. Im Jahre 1833 wurden drei aus Glas gefertigte Reichsmaße der schwedischen Kanne von F. Rudberg untersucht und genau gleich 100 Cubic-Zoll Decimalmaß gefunden. Als aber Edlund dieselben 1857 von Neuem justirte, fand er sie alle merklich kleiner. „Dadurch ist eine fortdauernde Structurveränderung des Glases erwiesen, die in 24 Jahren eine merkbare Volumenveränderung dieser Maße herbeigeführt hatte."

Versuche, welche Sundell im Jahre 1872 in Bonn an-

gestellt hat, haben auch im elektrischen Leitungswiderstand mancher Wismuth-Zinn-Legirungen eine merkliche Abnahme dargethan. So nahm derselbe bei einer Legirung von 1 Wismuth und 2 Zinn in 4 Tagen um 6 Proc. ab, am raschesten war die Abnahme gleich nach dem Gusse. Andere Legirungen, wie 12 Wismuth und 1 Zinn, verhielten sich ziemlich constant. Ferner hat auch General von Wrede in Stockholm eine merkwürdige Aenderung in der Länge und in der Wärmeausdehnung bei einem 1 Decim. langen Stabe aus 2 Wismuth und 1 Zinn beobachtet.

Die elektromotorische Kraft dünner Gasschichten auf Metallplatten ist von F. Kohlrausch in einer Reihe von Versuchen gemessen worden.*) Letztere wurden bei einer in Verbindung mit Nippoldt ausgeführten Widerstandsbestimmung zersetzbarer Leiter angestellt. Die von einem innerhalb eines Multiplicators rotirenden Magnet inducirten Ströme wurden durch eine mit verdünnter Schwefelsäure gefüllte Röhre geleitet, deren Elektroden aus blankem Platinblech den Querschnitt von 108 Quadr.-Millim. möglichst genau ausfüllten. Da die Wassermenge, welche während einer halben Umdrehung des Magnetes durch den einzelnen Strom zersetzt wurde, auf weniger als 2 Milliontel Milligramme zu veranschlagen war und also die Dicke der zersetzten Wasserschicht auf weniger als den 50 Millionsten Theil eines Millimeters, so erwarteten die Experimentatoren die Polarisation verschwinden zu sehen. Statt dessen aber fand sich der Ausschlag eines Weber'schen Elektro-Dynamometers, wenn man abwechselnd die Flüssigkeit und einen eben so großen metallischen Widerstand einschaltete, im ersteren Falle bei langsamer Rotation viel kleiner, sodaß z. B. für 6 Drehungen in der Secunde bei eingeschalteter Flüssigkeit kaum noch ein Ausschlag nachweisbar war, während er bei nur metallischer Leitung noch mehre Scalentheile betrug. Besonders aber befremdete der Umstand, daß oberhalb einer gewissen Rotationsgeschwindigkeit die Ausschläge mit der Flüssigkeit umgekehrt erheblich größer ausfielen. Der anfangs sich aufdrängende Gedanke, daß bei geringen elektromo-

*) Poggend. Ann. Bd. 148, S. 143.

torischen Kräften das Ohm'sche Gesetz für Elektrolyte seine Giltigkeit verliere, wurde durch besondre Versuche widerlegt, ja die alternirenden Ströme legten unter Anwendung großer Elektroden die Giltigkeit dieses Gesetzes auf das Schlagendste dar. Es blieb nur die Annahme übrig, daß so geringe Gasmengen, wie die oben genannten, noch bedeutende elektromotorische Kräfte ausüben. Die weitere Untersuchung zeigte, daß auf Grund dieser Annahme die beschriebenen Thatsachen sich vollständig erklären lassen; auch lieferten sie eine Bestätigung der anfänglichen Proportionalität der Polarisation mit der Gasmenge. Natürlich ist dieses Gesetz der Proportionalität nur als eine erste Annäherung zu betrachten; dasselbe ergab sich aber als merklich richtig bis zu einer Beladung des Quadrat-Millim. der Elektrode mit etwa dem tausendmillionsten Theil eines Milligr. Wasserstoff oder der achtfachen Menge Sauerstoff, welcher Ladung eine elektromotorische Kraft von 0,6 Daniell entspricht.

Was nun die Größe der elektromotorischen Kraft dünner Gasschichten selbst anlangt, so kommt Kohlrausch zu folgenden Sätzen: „Wenn der Strom Eins nach Weber'schem magnetischen Maße während $^1/_{8080000}$ = 0,000000124 Secunden zwischen Platinelektroden von 1 Quadrat-Millim. Fläche Wasser zersetzt hat, so ist dadurch die elektromotorische Kraft der Polarisation 1 Siem. Weber entstanden, oder auch, da in dieser Einheit Daniell = 11,7 ist, der Strom 1 Weber bringt in $^1/_{690000}$ = 0,00000145 Secunden auf Platinelektroden von 1 Quadr.-Millim. die Polarisation von 1 Daniell hervor (oder in 1,45 Secunde auf Elektroden von 1 Quadratmeter). Um die Zahlen auf die ausgeschiedenen Gasschichten zurückzuführen, ist zu erwägen, daß durch den Strom 1 Weber in 1 Sec. 0,00933 Milligr., also in 0,000000124 Secunden 0,00000000116 Milligramm Wasser zersetzt oder 0,00000000013 Milligramm Wasserstoff und 0,00000000103 Sauerstoff ausgeschieden werden. Diese Mengen als Ueberzüge auf Platinplatten von je ein Quadr.-Millim. geben also die elektromotorische Kraft 1 Siem. Weber. Oder auch: Die Polarisation gleich 1 Daniell wird durch Schichten von 0,0000000015 Milligr. Wasserstoff und 0,000000012

Milligr. Sauerstoff auf den Quadrat-Millim. hervorgebracht."

Die räumliche Dicke dieser Gasschichten kennt man nicht, weil man Nichts über ihren Verdichtungszustand weiß. Bei gewöhnlicher Dichte würde die Sauerstoffschicht bei der Polarisation 1 Daniell eine Dicke von 0,000008 Millim. besitzen. Höchst wahrscheinlich befinden sich aber Sauerstoff und Wasserstoff auf dem Platin in einem bedeutend verdichteten Zustande, wohl überhaupt nicht in gasförmiger Gestalt. Jedenfalls muß man diese Schichten als **leitend** voraussetzen, weil sie sonst nicht elektromotorisch wirken könnten. Freilich weiß man von flüssigem Brom und Chlor, daß sie Nichtleiter der Elektricität sind; Kohlrausch weist aber darauf hin, daß daraus noch keineswegs folge, daß auch in äußerst dünnen Schichten, wie hier in Betracht kommen, die verdichteten Gase sich als Nichtleiter der Elektricität verhalten müssen.

Etalon für die elektromotorische Kraft, von Latimer Clark.*) Die gewöhnlichen galvanischen Elemente würden, wenn sie constant wären, sehr bequeme Etalons der elektromotorischen Kraft bilden. Aber sie sind durchaus nicht constant. So ändert sich z. B. das Daniell'sche Element, welches nicht selten als Einheit benutzt wird, oft ohne merkbare Ursache um 5 Proc. und darüber. Latimer Clark, ein Mitglied der im Jahre 1861 von der British Association niedergesetzten Commission für elektrische Maßbestimmungen, hat nun ein Element construirt, welcher eine fast vollkommen constante elektromotorische Kraft besitzen soll.

Es besteht aus reinem Quecksilber als negativer Pol; dasselbe ist bedeckt mit einem Teige von Quecksilbersulfat, das in einer gesättigten Lösung von Zinksulfat gekocht wurde. Als positiver Pol dient ein Zinkstreifen, der auf diesem Teige aufliegt. Am besten stellt man sich ein solches Element her, indem man reines Zinksulfat in kochendem destillirten Wasser löst, nach dem Erkalten die liegengebliebenen Krystalle entfernt und reines Quecksilbersulfat hinzufügt bis eine teigige Masse entsteht die man zur Austreibung der Luft abermals kocht. Diesen

*) Carl's Rep. der Exp.-Phys. Bd. IX, S. 93.

Teig bringt man nun auf die Oberfläche des vorher erwärmten Quecksilbers, hängt einen Streifen von reinem Zink hinein, schließt dann das Gefäß, in welchem sich das Ganze befindet und verkittet die Oeffnungen mit geschmolzenem Paraffin. Zur Herstellung des Contactes mit dem Quecksilber wird ein Platindraht in den Boden des Glasgefäßes eingeschmolzen oder auch von oben her in einer Glasröhre eingeführt. Das zur Verwendung kommende Quecksilbersulfat muß ganz rein von Persulfat sein, dessen Anwesenheit man daran erkennt, daß es sich in Berührung mit Wasser gelb färbt.

Clark hat gefunden, daß die größten Veränderungen in der Constanz eines solchen Elementes bei constanter Temperatur immer kleiner bleiben als $1/1000$ der gesammten elektromotorischen Kraft. Mit steigender Temperatur nimmt allerdings die elektromotorische Kraft ab, aber von 0 bis 100 Grad scheint diese Abnahme proportional der Temperaturzunahme zu sein und 0,06 Proc. für jeden Centigrad zu betragen.

Zur praktischen Herstellung von Strömen ist übrigens dieses Element nicht zu gebrauchen, da seine Energie rasch abnimmt, wenn man es durch einen Schließungskreis von geringem Widerstande schließt. Aber es eignet sich vollkommen zur Vergleichung mit anderen Elementen, wenn nur das Verfahren keinen Strom von langer Dauer erfordert. Die beste Methode zu solchen Maßbestimmungen besteht in der Anwendung des Clark'schen Potentiometers.

Mittels einer eigenen Methode hat Clark auch die elektromotorische Kraft dieses Elementes nach absolutem Maße und in Einheiten der British Association bestimmt. Er fand dieselbe gleich 1,457 Volt. d. i. 145700 absoluten elektromotorischen Einheiten.

Die Aenderung der elektromotorischen Kraft galvanischer Combinationen durch die Wärme ist von Dr. Aug. Voller im Hamburg experimentell untersucht worden. Er bediente sich dabei der Poggendorff'schen Compensationsmethode und gelangte zu folgenden Resultaten:

Eine Temperaturerhöhung (stets innerhalb des Intervalles 0° bis 100°) bewirkt

---

*) Poggend. Ann. Bd. 149, S. 394.

a) Vermehrung folgender elektromotorischen Kräfte:

Zn/H_2SO_4, um 0,05 ungefähr; unterhalb des Siedepunktes scheint ein Maximum vorhanden zu sein.

C/HNO_3, nicht bedeutend.

Pt/HNO_3, mindestens gleich derjenigen, welche Zn/H_2SO_4 erleidet.

$Cu/NaCl$, bedeutend und continuirlich; bis 78° um 0,17 des Werthes, den sie bis 21° hatte.

b) Verminderung folgender elektromotorischen Kräfte:

$Zn/ZnSO_4$, continuirlich; bis 90° um etwa 0,08 ihres Anfangswerthes bei 28°.

$Zn/NaCl$, continuirlich und von ähnlicher Größe wie im vorigen Falle.

$Cu/CuSO_4$, sehr bedeutend; bis 91° um 0,43 des Anfangswerthes bei 22°.

$Cu/ZnSO_4$, sehr bedeutend; bis 80° um 0,33 des Anfangswerthes bei 25°.

Es zeigt sich also, daß die an der Contactstelle von Metallen und Flüssigkeiten stattfindende elektromotorische Kraft merklich beeinflußt wird von der Temperatur dieser Körper.

Für gewisse in Contact befindliche Körper scheint bei einer bestimmten Temperatur ein Maximum oder Minimum der elektromotorischen Kraft einzutreten.

Es scheint das Eintreten einer Vermehrung oder Verminderung der elektromotorischen Kraft nicht ausschließlich von der chemischen Natur der sich berührenden Körper herzurühren. Immerhin ist es bemerkenswerth, daß die Flüssigkeiten, deren im Contact mit Kupfer oder Zink auftretende elektromotorische Kräfte durch Temperaturerhöhung vermindert werden, neutrale Salzlösungen sind, dagegen diejenigen Flüssigkeiten, deren elektromotorische Kräfte gegen Metalle mit der Temperatur wachsen, Säuren. Nur die Contactstelle von Cu/NaCl macht hiervon eine Ausnahme.

Pflanzenelektricität.

In vorigen Jahrgange dieses Jahrb. S. 133—136, haben wir der Beobachtungen von Ranke gedacht, aus denen hervorgeht, daß in den Pflanzen, ganz ähnlich wie im lebenden Muskel galvanische Ströme auftreten. Es liegt der Gedanke

nahe, daß solche Ströme besonders deutlich sich an Pflanzenorganen kund geben, welche in Folge eines äußeren Reizes eine Bewegung zeigen, da der Vergleich solcher Organe mit sich contrahirenden Muskeln sich von selbst aufdrängt. Hierher gehören die Blätter der **Mimosa pudica** und **sensitiva**, die bei jeder Berührung nicht blos die Fiedern zusammenlegen, sondern auch den Blattstiel herabsinken lassen; ferner die Blätter vieler Pflanzen aus der Familie der Droseraceen. Die Drüsenhaare, welche den Rand und die Oberseite unseres gewöhnlichen Sonnenthau, **Drosera rotundifolia**, besetzen, zeigen eine vermehrte Schleimabsonderung, sobald sich ein Insect auf ihrem Ende niederläßt; durch diesen Schleim wird das Thierchen festgehalten, schließlich ganz eingehüllt und dann neigen sich alle Drüsenhare langsam gegen das Innere des Blattes*). Noch auffälligere, sehr rasche Bewegungen zeigt eine in den Sümpfen des Südens der Vereinigten Staaten lebende Droseracee, der „Fliegenfänger“, **Dionaea muscipula**, deren Blattstiele geflügelt sind und am Ende eine rundliches, am Rande mit langen Wimpern besetztes Blatt tragen. Sobald auf den Mittelnerv ein Reiz ausgeübt wird, klappt das Blatt zusammen, und war ein Insect die Veranlassung, so ist dasselbe sofort gefangen. Das Blatt öffnet sich erst wieder, wenn der Gefangene ganz ruhig geworden ist. Er hat nun Dr. J. Burdon Sanderson in London mit den Blättern der Dionäa Versuche angestellt und über deren Resultate in der Bradforder Versammlung der British Association, sowie am 20. Nov. in der Royal Society Bericht erstattet.**)

Die entgegengesetzten Enden eines Blattes wurden auf ein Paar nicht polarisirbare Elektroden gelegt, die mit einander in metallischer Berührung standen, und in den Schließungskreis wurde ein Thomson'sches Reflexionsgalvanometer von großem Widerstande eingeschaltet. Durch den Ausschlag des Galvanometers wurde ein vom untern zum oberen Ende des Blattes gerichteter Strom angezeigt, den Sanderson „normalen Blattstrom“ nennt. Läßt man den Blattstiel am Blatte und legt

*) Siehe die Mittheilungen von Alfred W. Bennet in der Bradforder Versammlung der British Association: Nature, 1873 Oct. 2, p. 479.

**) Nature, 1873 Oct. 2, p. 479 u. Nov. 27, p. 85.

ersteren an zwei Punkten auf die beiden Elektroden, so giebt sich ein dem Blattstrom entgegengesetzter, der „Blattstiel-Strom" kund. Man hat bei diesen Versuchen nicht nöthig eine Schnittfläche mit der Elektrode in Berührung zu bringen.

Wenn ein Blatt mit dem Stengel auf die Elektroden gebracht wurde, so richtete sich die Stärke des Stromes nach der Länge des Stengelstückes; je kürzer das letztere, desto mehr kam der Blattstrom zur Erscheinung.

Wird das Blatt mit dem Stengel in der angegebenen Weise auf die Elektroden gelegt und ein schwacher Strom durchgeleitet, so wird die normale Abweichung des Galvanometers vermehrt, wenn dieser Strom vom Blatte nach dem Stengel geht, in entgegengesetzten Falle aber vermindert.

Wenn das Blatt auf den Elektroden liegt und der Galvanometer durch seinen Ausschlag den Normalstrom anzeigt, so schlägt die Nadel sofort nach der entgegengesetzten Seite aus, sobald ein Insect die auf der Oberseite des Blattes befindlichen Haare berührt; gleichzeitig schließt sich auch das Blatt. Jede Bewegung des gefangenen Insectes giebt sich durch eine plötzliche Abweichung der Nadel kund, nachher geht letztere wieder auf die entgegengesetzte Seite und zwar noch weiter als bis zur normalen Stellung, zu welcher sie erst allmälig zurückkehrt. Dieselbe Wirkung wird auch durch Berührung mit einen Kameelhaarpinsel hervorgerufen.

Beziehungen zwischen den capillaren und elektrischen Erscheinungen.

Bei der Untersuchung des Zusammenhanges, welcher zwischen den genannten zwei Klassen von Erscheinungen stattfindet, ist Gabriel Lippmann von dem folgenden, von Prof. Kühn in Heidelberg herrührenden Experimente ausgegangen Ein Quecksilbertropfen wird in verdünnte Schwefelsäure gebracht, die eine Spur doppeltchromsaures Kali gelöst enthält, und ein blanker Eisendraht wird so befestigt, daß er in die Säure taucht und den Rand des Quecksilbertropfens berührt. Sobald diese Berührung stattgefunden hat, geräth der Tropfen in regelmäßige Schwingungen, welche stundenlang andauern können. Diese Erscheinung ist auffallend ähnlich den von Wiedemann („Galvanismus" §. 368) beschriebenen Bewegungen der Queck-

silberelektroden und erklärt sich nach der bisher angenommenen Anschauung folgendermaßen. Die Chromsäure haltende Flüssigkeit oxydirt die Oberfläche des Tropfens und bewirkt so eine Applattung desselben. Bei der Berührung mit dem Eisen bildet sich aber eine Quecksilber-Kette, deren Strom den Tropfen elektrolytisch reducirt. Der Tropfen contrahirt sich, die Berührung mit dem Eisen wird unterbrochen und das Spiel beginnt von Neuem. In der That gehen in einer concentrirteren Chromsäurelösung diese Vorgänge wirklich von statten; in verdünnter Lösung aber bleibt der Tropfen stets blank. Die weiteren Versuche, welche Lippmann angestellt hat, zeigen nun, daß die Capillarconstante (die Oberflächenspannung, der Coëfficient der Laplace'schen Formel) an der Berührungsfläche von Quecksilber und verdünnter Schwefelsäure eine stetige Function ist von der elektromotorischen Kraft der Polarisation an derselben Oberfläche.*)

Um die Veränderungen der Capillarconstanten mit der elektromotorischen Kraft der Polarisation zu messen, wurde eine verticale Glasröhre b am unteren Ende mittels eines Kautschukschlauches mit einer andern von einem Quecksilbergefäß A herabgehenden Glasröhre a verbunden. Bei dieser Anordnung stieg das Quecksilber in b empor und erlitt dort eine Capillardepression, die mit dem Kathetometer gemessen und zur Berechnung der Capillarconstanten benützt wurde. Der obere Theil der Glasröhre b war aber mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, die sich durch eine heberförmige Glasröhre bis in ein Gefäß B fortsetzte, das mit derselben Flüssigkeit gefüllt war. Am Boden von B war noch eine Quecksilberschicht ausgebreitet, und indem man diese sowie irgend einen Punkt der Quecksilbersäule mit zwei Punkten des Schließungskreises eines Daniell durch zwei Platindrähte α und β verband, wurde ein Zweigstrom durch die verdünnte Schwefelsäure und das Quecksilber geschickt. Da die Oberfläche des Quecksilbermeniscus in der Röhre b sehr klein war im Vergleich zu der Bodenfläche von B, so konnte der Strom, welcher um den Meniscus eine beliebige Wasserstoff-Polarisation bewirkte, auf der

*) Poggend. Ann. Bd. 149, S. 546. — Comptes rendus, 1873 juin 9, p. 1407.

Fläche in B keine merkliche Sauerstoff-Polarisation hervorrufen, so daß allein die erstere in Betracht kam. Es zeigten sich nun die Aenderungen der Capillarconstante mit der Polarisation ziemlich bedeutend. So betrug bei einem Röhrendurchmesser von 0,32 Millim. die Depression 14 Millim.; demnach war die Capillarconstante = 30,4, wenn keine Polarisation vorhanden war. Betrug aber die elektromotorische Kraft der letzteren 1 Daniell, so war die Depression 18,90 Millim., die Capillarconstante also 40,6.

Noch genauere Messungen wurden angestellt mittels einer in eine feine Spitze ausgezogenen, mit Quecksilber gefüllten Röhre; die Spitze tauchte man in verdünnte Schwefelsäure, welches wieder von Quecksilber begrenzt war. Indem man nun die Quecksilbermassen durch Platindrähte mit den zwei Polen eines Daniell verband, konnte man einen Strom durchschicken. Zunächst wurde der kleine Quecksilber-Meniscus in der Spitze im unpolarisirten Zustande mittels eines Mikroskopes mit 220facher Vergrößerung beobachtet. Als dann der Strom durchging, bedurfte es eines gewissen Compensationsdruckes, um den Meniscus wieder an dieselbe Stelle zu bringen. Dieser Druck wurde durch comprimirte Luft ausgeübt, mittels einer Luftpumpe und eines Quecksilbermanometers erzeugt und gemessen. Bei allen diesen Messungen zeigte sich nun, daß jedem Werthe der elektromotorischen Kraft der Polarisation ein ganz bestimmter Werth der Capillarconstanten entspricht, sodaß man von der einen Größe auf den Werth der andern schließen kann. Es bildet daher diese ganze, äußerst compendiöse Anordnung ein Elektrometer, dem in Bezug auf Empfindlichkeit nur das Thomson'sche vergleichbar ist.

Lippmann hat auf seine Versuche auch die Einrichtung einer Elektrocapillar-Kraftmaschine gegründet, welche von capillaren Kräften getrieben wird und elektrische Arbeit in mechanische umwandelt. Eine solche, vom Mechaniker R. Jung in Heidelberg construirte Maschine befindet sich im dortigen physikalischen Institut. In einem mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Glaskasten stehen zwei Gläser, die zum Theil mit Quecksilber gefüllt sind, und diese Quecksilbermassen sind verbunden mit den Polen eines Daniell'schen Elementes. In der Schließung ist eine Wippe enthalten, welche die Umkehrung

des Stromes gestattet. Auf jeder Quecksilbermasse schwimmt nun ein Bündel von etwa 300 Glasröhrchen von 60 Millim. Höhe und etwa 2 Millim. Durchmesser. Die untere Hälfte eines jeden Bündels steht im Quecksilber, die obere in der Alles überdeckenden Säure. Sobald nun durch den Strom auf der einen Quecksilberfläche eine Polarisation mit Wasserstoff, auf der anderen eine solche mit Sauerstoff eintritt, wird das Bündel auf der ersten Seite in die Höhe getrieben, das andre sinkt; bei Umkehrung des Stromes findet das entgegengesetzte Spiel statt. Von jedem Bündel geht ein Glasstab vertical aufwärts, der oben an einem ∩förmigen Bügel hängt, dessen Arme auf beiden Seiten des Kastens nach unten hängen und in die Enden eines doppelten horizontalen Hebels eingreifen, der auf diese Weise in oscillirende Bewegung versetzt wird, wenn man den Strom regelmäßig wechselt. Die Umlegung der Wippe wird vom Apparate selbst besorgt. Die oscillirende Bewegung des Hebels wird auf einfache Weise in eine rotirende umgewandelt. Die Maschine arbeitet ganz geräuschlos, ohne Funken und mit sehr schwachen Strömen; einmal ging sie fünf Tage und fünf Nächte lang mit demselben Daniell'schen Becher, anfangs mit 108 Umdrehungen in der Minute, später langsamer.

Schaltet man statt der galvanischen Säule ein Galvanometer in den Schließungskreis ein und dreht das Rad der Maschine, so erkennt man sofort aus dem Ausschlage der Galvanometernadel, daß ein Strom durch den Schließungskreis geht. Die Capillarkräfte ermöglichen auch umgekehrt eine Umwandlung der mechanischen Arbeit in elektrische. Beim Heben oder Senken der Bündel von Glasröhren werden die Oberflächen der beiden Quecksilberelektroden abwechselnd vergrößert und wieder verkleinert. Versuche mit dem zuerst beschriebenen Apparate zeigten nun, daß der erzeugte Strom von der sich vergrößernden Elektrode durch die verdünnte Säure nach der andern Elektrode geht; die entwickelte Elektricitätsmenge ist der Vergrößerung der Oberfläche proportional, aber unabhängig von der Form derselben.

Siemens hat die Einrichtung des Lippmann'schen Capillar-Elektrometers benutzt zur Construction eines Capillar-

Galvanoskopes*), welches vorzugsweise die Bestimmung hat, an submarinen Kabeln Messungen auf schwankendem Schiffe anzustellen. Dasselbe besteht aus zwei Glasröhren, die in ungefähr 3 Centimeter Entfernung von einander senkrecht auf einem Brettchen befestigt sind. Dicht über der Oberfläche des Brettchens sind dieselben durch ein schwach nach oben gebogenes dünnes Glasrohr von etwa 2½ Millim. innerer Weite mit einander verbunden; unter diesem Capillarrohr trägt das Brettchen eine in Millimeter getheilte Skala. Es werden nun die beiden senkrechten Glasröhren nebst dem Capillar-Verbindungsrohre luftleer mit reinem Quecksilber derart angefüllt, daß in der Mitte des Capillarrohres der Quecksilberfaden durch einen einige Millimeter langen Schwefelsäure-Faden unterbrochen wird. Sobald ein Strom durch das Quecksilber geht, wird in Folge der Polarisation der Schwefelsäure-Faden verschoben. Die Capillarröhre ist etwas gebogen, damit nicht durch den geringsten Strom gleich dieser Faden aus der Röhre geschoben wird.

Um den Apparat vor den Schwankungen des Schiffes zu sichern, sind die beiden verticalen Röhren unten umgebogen sodaß die beiden Quecksilberkuppen unter die Mitte des Capillarrohres zu liegen kommen.

Zu exacten Messungen läßt sich der Apparat nur dann verwenden, wenn ein sehr großer Widerstand und beträchtliche elektromotorische Kraft im Spiel sind. Beträgt die elektromotorische Kraft der Säule nicht wenigstens 1/50 Daniell, so erfolgt keine Verschiebung des Fadens. Doch ist das Instrument vielfach anwendbar, namentlich wenn ein sehr großer Widerstand im Stromkreise vorhanden ist. Allerdings wird dadurch die Verschiebung verlangsamt, aber ihre Größe bleibt ungeändert.

Um die Polarisation wieder aufzuheben und dadurch den Schwefelsäurefaden an seinen früheren Platz zurückzuführen, läßt man den Strom in umgekehrter Richtung durch das Quecksilber gehen. Zu dem Ende kann man einen Condensator in den

*) Monatsber. der kgl. preuß. Akad. der W. zu Berlin. Febr. 1871, S. 157.

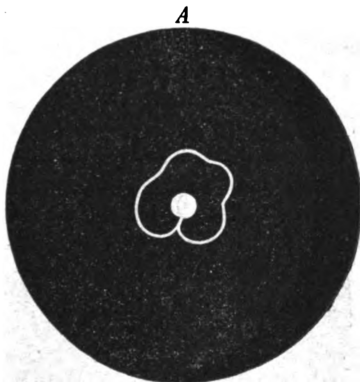
Stromkreis einschalten, durch dessen Ladung die Verschiebung des Fadens und durch dessen Entladung die Zurückführung desselben bewirkt wird.

Erscheinungen bei Funkenentladungen.

Schon Du Moncel (1867) und Poggendorff (1868) haben auf gewisse bei der Entladung eines Inductors oder einer Leidener Flasche auftretende elektrische Erscheinungen aufmerksam gemacht und neuerdings hat Francesco Rossetti in Padua einige interessante Mittheilungen darüber veröffentlicht.*)

An jeder Elektrode einer Holtz'schen Elektrisirmaschine — womöglich mit diametralen Conductoren — bringe man einen Draht an, dessen anderes Ende einen metallenen Stiel trägt und schiebe zwischen die Enden der beiden Stiele eine nur auf einer Seite metallisch belegte Glastafel. Setzt man nun die Maschine in Thätigkeit, während die Kugeln an den Elektroden auseinander gerückt sind, so ist jede zwischen beiden stattfindende Entladung begleitet von einer eigenthümlichen Lichterscheinung auf der unbelegten Seite der Glastafel. Diese Lichtfigur ist wesentlich verschieden, je nachdem der negative oder der positive Rheophor in Verbindung gebracht ist mit der belegten Seite. Im ersten Falle erblickt man eine in veilchenfarbenem Licht leuchtende geschlossene Linie, die durch einen Schweif mit der Contactstelle des Stieles verbunden ist. Wenn die Entfernung der Elektroden-

Fig. 26 A.



*) Atti della Società Veneto-Trentina die Scienze naturali. Vol. I. Padova 1872. — Carl's Rep. der Exp.-Physik. Bd. IX, S. 1.

kugeln nur klein, bloß 4 bis 5 Millim. ist, so tritt bloß diese Linie auf (Fig. 26 A), wobei fast bei jeder Entladung der Schweif seine Stelle und die Linie ihre Form ändert. Wird die Entfernung der Kugeln größer genommen, so gehen von der Centrallinie krumme, sich verzweigende Aeste aus, die bei gehöriger Entfernung der Kugeln sich über die ganze Tafel erstrecken (Fig. 26 B). Die Linien sind dann in der Mitte weiß, an dem Rande veilchenblau.

Fig. 26 B.



Bringt man aber den positiven Stiel auf das Beleg der Tafel, so erblickt man radiale Lichtfiguren, und zwar bei kleinen Funkenlängen zarte, dendritenartige blaugefärbte Zweige (Fig. 27 A), bei größeren Funkenlängen breitere Aeste, die ein fast weißes Licht ausstrahlen, und sich nach dem Rande hin in feinere, blauleuchtende Linien verzweigen (Fig. 27 B).

Fig. 27 A.



In noch größerem Maßstabe lassen sich dieselben Versuche mit einem Ruhmkorff'schen Inductor anstellen

Rossetti erklärt diese Phänomene durch eine partielle Condensation der Electricität auf den beiden Seiten der

Glastafel. Auf der unbelegten Seite bildet der Wasserdampf der Luft, der sich aber hier nicht gleichmäßig ausbreitet, sondern an manchen Stellen nur wenig adhärirt, eine dünne leitende Schicht.

Fig. 27 B.



Wenn man die unbelegte Seite der Glastafel anhaucht, so hören auf kurze Zeit, so lange bis die Wasserdampfhülle verdunstet ist, die Funken, wie auch die Lichterscheinungen auf der Tafel ganz auf; die Glasplatte wirkt dann als Condensator.

Man kann auch die Bilder beider Elektricitäten gleichzeitig auf den gegenüberliegenden unbelegten Flächen einer dünnen Glasplatte ohne Belege erhalten, wenn man den Versuch an einem feuchten Tage anstellt, beide Seiten der Glastafel anhaucht und die Holtz'sche Maschine mit einem Condensator versieht.

Prof. Karl Antolik in Kaschau, Ungarn, hat auf gewisse Eigenthümlichkeiten der Erscheinungen beim Gleiten elektrischer Funken aufmerksam gemacht.*) Zur Hervorbringung derselben muß man eine schlecht leitende Platte mit einem Halbleiter der Elektricität überziehen. Man kann z. B. einen Glaskolben berußen und denselben zwischen die Entladungskugeln einer Holtz'schen Influenz-Maschine halten. Man erhält dann einen zickzackförmigen Funkenstreifen, dessen Eigenthümlichkeit darin besteht, daß er parallele lichte Linien bildet, die durch eine dunkle Linie getrennt sind. Noch schöner erhält man diesen Funkenstreifen, wenn man auf eine Glasplatte zwei zugespitzte Staniolstreifen klebt, die Platte berußt und den Funken zwischen den Spitzen überschlagen läßt, oder besser noch wenn man die

*) Poggend. Ann. Bd. 151, S. 127.

Glastafel zunächst mit sehr glattem Papier (Visitenkartenpapier) überzieht und dieses berußt.

Der zickzackförmige Weg des Entladungsfunkens zeichnet sich dann im Ruße ab und man erhält einen Funkenstreifen, der aus zwei parallelen hellen und einer dazwischen liegenden dunkeln Linie besteht.

Die beiden hellen Linien sind durch Wegschieben des Rußes entstanden, auf der mittleren dunklen Linie aber ist der Ruß zusammen gedrückt. Er bleibt daher auch dort liegen, wenn man die Platte mit Wasser begießt und so den Ruß abspült; ja selbst nach dem leichten Abwischen mit einem nassen Tuche bleibt die mittlere Linie noch sichtbar. Bei mikroskopischer Untersuchung beobachtet man an den Rändern der lichten Linie Spuren der wirkenden Induction weit in den Ruß hinein. Viel deutlicher als bei Anwendung des Funkens der Holtz'schen Maschine tritt die Erscheinung auf, wenn man den Funken einer leidener Flache überschlagen läßt. An den äußeren Rändern der lichten Streifen bemerkt man dann mit einer Lupe dunkle und lichte Dreiecke; die dunklen Dreiecke sind mit ihrer Basis, die lichten mit der Spitze den Rändern zugewendet. Diese Dreiecke sind am deutlichsten zu beobachten, wenn man die Funken auf einer berußten Glasplatte ohne Papierüberzug gleiten läßt und das Bild gegen das Licht hält. Man sieht dann, daß diese Dreiecke, wie kometenartige und sich kreuzende Schweife, sich weit in den Ruß hinein erstrecken, bis sie ganz verschwinden. Im allgemeinen aber gelingen die Funkenstreifen nicht so schön und gut auf Glas, wie auf glattem Papier.

Zerstreuung der Elektricität in Gasen.

Mit dem Namen „Zerstreuung" bezeichnet man denjenigen Theil des Elektricitätsverlustes eines geladenen Leiters, welcher von der Unvollkommenheit des Isolirungsvermögens der festen Stützen, Fäden u. s. w., herrührt, an denen der Leiter angebracht ist. Schon Coulomb hat diese Zerstreuung dadurch erklärt, daß die den Leiter berührenden Lufttheilchen elektrisirt und in Folge dessen abgestoßen werden, neuen unelektrischen Platz machen, die wiederum elektrisch werden 2c. Nach Coulomb ist=

liren die besseren Isolatoren Dichtigkeiten, die eine gewisse Grenze nicht übersteigen, vollständig; für geringere Dichtigkeiten bleibt dann nur die Zerstreuung als Quelle des Verlustes übrig, und für diese hat Coulomb das Gesetz aufgestellt, daß die Zeit, nach deren Ablauf die Ladung des Leiters auf einen aliquoten Theil ihres früheren Betrages reducirt ist, einen constanten Werth hat. Bezeichnet man mit Q_0 die Ladüng zur Zeit 0, mit Q diejenige zur Zeit t, mit e die Basis der natürlichen Logarithmen (e = 2,71828 ...), so wird das Coulomb'sche Gesetz durch die Formel

$$Q = Q_0 \, e^{-\frac{t}{2p}}$$

ausgedrückt, wo 2p die Zeit bedeutet, innerhalb deren die Ladung von Q auf $\frac{Q}{e}$ sinkt. Rieß, Dallmann und Matteucci haben seitdem diesen Gegenstand näher studirt; eine neue Arbeit von E. Warburg in Berlin*) wurde hauptsächlich deshalb unternommen, weil es für die Lehre von der atmosphärischen Elektricität wichtig schien, zu wissen, in welcher Weise die Zerstreuung der Elektricität von der Dichte der Luft abhängt. Die Versuche wurden im Allgemeinen nach der Coulomb'schen Methode mittels einer Drehwage angestellt und lieferten folgende Hauptergebnisse:

1. Der Elektricitätsverlust eines geladenen Körpers durch Einfluß des ihn stützenden Isolators ist, so lange der Isolator nicht bis zu einem gewissen Grade elektrisch geworden ist, verhältnißmäßig groß, nähert sich aber mit der Zeit langsam einem kleinen constanten Werthe, welcher erst nach vielen Stunden erreicht wird.

2. Die Zerstreuung der Elektricität der Gase geht nach dem Coulomb'schen Gesetze von statten.

3. Die Zerstreuung ist in trockener Kohlensäure und atmosphärischer Luft nahe gleich, in Wasserstoff halb so groß.

4. Der Zerstreuungscoëfficient $\left(\frac{1}{p}\right)$ nimmt schon bei einer Druckverminderung von 760 auf 380 Millim. bedeutend ab

*) Poggend. Ann. Bd. 145, S. 578.

und ist bei 70 Millim. Druck in Luft höchstens $1/3$ so groß als bei 760 Millim.

5. Feuchte Luft zerstreut die Elektricität nicht merklich stärker, als trockene.

6. Die Zerstreuung der positiven und negativen Elektricität geht mit gleicher Schnelligkeit von statten.

Leitung der Elektricität.

Einfluß des Lichtes auf das elektrische Leitungsvermögen des Selens. In der Sitzung der königl. Gesellsch. der Wissensch. zu London am 8. Mai vor. J. wurde die auffallende Erscheinung zur Sprache gebracht, daß das Selen bei verschieden starker Beleuchtung sein elektrisches Leitungsvermögen ändert. Die Versuche sind von Lieut. Sale*) angestellt worden. Ein Stab aus krystallinischem Selen, dessen Dimensionen 1,5; 0,5 und 0,05 Zoll engl. betrugen, wurde in den Schließungsdraht zweier Daniell'schen Elemente eingeschaltet. Er lag dabei in einer Büchse, die man vollständig verschließen oder öffnen konnte, sodaß es möglich war, ihn vom Lichte abzuschließen oder demselben auszusetzen. Zunächst wurde der Widerstand des Stabes bei verschlossener Büchse, also im Dunkeln, mittels einer Wheatstone'schen Brücke und eines Galvanometers gemessen, dann wurde der Verschluß der Büchse geöffnet und man ließ Licht auf den Selenstab fallen. Augenblicklich nahm der Widerstand ab, und zwar fand sich bei Versuchen mit dem Sonnenspectrum, wobei aber das diffuse Licht nicht abgehalten war,

	der Widerstand
im Dunkeln	330,000
„ Violett	279,000
„ Roth	255,700
„ Orange	277,000
„ Grün	278,000
„ Blau und Indigo	279,000
„ der Mitte des Roth	255,000
am äußeren Ende des Roth	220,000

*) Proceedings of the Royal Soc. Vol. 21, p. 283.

jenseits des Roth	228,000
im diffusen Tageslicht	270,000
im Dunkeln gleich nach der Belichtung .	310,000

Im vollen Sonnenlichte sank der Widerstand bis auf ungefähr die Hälfte des Betrages im Dunkeln herab. Uebrigens sind es nicht die aktinischen Strahlen, welche diese Wirkung verursachen, sondern dieselbe erreicht ihren größten Werth an der Stelle ungefähr, wo das Maximum der Wärmestrahlen liegt. Doch ist keineswegs eine Veränderung der Temperatur des Selenstabes die Ursache. Noch ist zu bemerken, daß die Verminderung des Widerstandes bei der Belichtung fast momentan, die Rückkehr zum normalen Zustande, nach Abblendung des Lichtes aber allmälig erfolgt.

Aehnliche Versuche wurden auch mit Gaslicht und elektrischem Licht angestellt; doch war der Erfolg unbedeutender.

Der Earl of Rosse*) setzte einen Selenstab der Einwirkung einer 3½ Zoll entfernten Kerze aus und beobachtete eine Abnahme des elektrischen Leitungswiderstandes, welche bis auf 24,3 Proc. stieg.

Unter dem Einflusse der Wärmestrahlung eines 9—10 Zoll weiten und 9 Zoll hohen Gefäßes mit heißem Wasser trat dagegen, auch wenn dasselbe bis auf 6 Zoll herangerückt wurde, keine Aenderung des Widerstandes ein.

Der elektrische Widerstand der Metalle. Daß der elektrische Widerstand der Metalle mit wachsender Temperatur zunimmt, ist längst bekannt, und es haben Becquerel und Matthiesen diese Zunahme bis zu 100°, sowie später Lenz und nachher Arndtsen für einige Metalle bis zu 200° gemessen. Neuerdings hat nun Benoit diese Zunahme des Widerstandes bis zu noch höheren Temperaturen verfolgt.

Der zu untersuchende Draht wurde an jedem Ende an einen Kupferstift gelöthet, sodann auf einen Cylinder von Pfeifenerde gerollt und so in eine gerade, tiefe Muffel eingebracht, welche die Achse einer großen schmiedeisernen Flasche bildete. Letztere wurde dann in einen Gasofen mit zwei concentrischen Umhüllungen eingesetzt und eine geeignete flüchtige

*) Philos. Mag. Fourth Series, March. 1874, p. 161.

Substanz eingebracht, die man bis zum Sieden erhitzte und so eine bekannte Temperatur erzeugte.

Hauptsächlich wurden benutzt der Siedepunkt von Wasser = 100°, Quecksilber = 360°, Schwefel = 440°, Cadmium = 860°; doch wurden auch viele Messungen unter 360° angestellt, wobei der Apparat mit Quecksilber gefüllt war, das man durch einen Gasstrom erwärmte.

Zur Messung des Widerstandes wurde ein Becquerel'sches Differential-Galvanometer angewandt. Der von zwei Daniell'schen Elementen erzeugte Strom wurde in zwei Theile getheilt, welche in entgegengesetzter Richtung die beiden Drähte des Galvanometers durchliefen. In den einen Schließungskreis war der zu untersuchende Draht eingeschaltet, in den andern eine Drahtlänge eines Rheostaten, die so lange geändert wurde, bis ihr Widerstand dem des zu untersuchenden Drahtes äquivalent war. Der Rhéostat bestand aus zwei ganz gleichen Platindrähten, welche parallel auf einer 2 Meter langen horizontalen Schiene aufgespannt waren. Die Schiene trug einen beweglichen Schieber mit einem Quecksilbernäpfchen, durch welches die beiden Drähte hindurchgingen. Jede Verschiebung des Schiebers entsprach einer Verkürzung oder Verlängerung des Drahtes um die doppelte Länge.

Auf diese Weise wurden die nachstehenden specifischen Widerstände, d. h. die Widerstände für einen Draht von 1 Meter Länge und 1 Quadrat-Millim. Querschnitt, gewonnen. Sie beziehen sich auf eine Temperatur von 0° und sind sowohl in der von der British Association vorgeschlagenen Einheit, dem sogenannten Ohmad, als in Siemens'schen Quecksilbereinheiten ausgedrückt; außerdem ist aber auch noch das Leitungsvermögen, das des Silbers = 100 gesetzt, angegeben.

Die Zunahme des Widerstandes mit der Temperatur wird im allgemeinen durch eine Formel

$$R_t = R_0 \, (1 + at + bt^2)$$

ausgedrückt, wo bei R_0 und R_t den Widerstand bei 0° und bei t°, a und b aber gewisse Constante bezeichnen. Diese Formel gilt nicht blos, wenn Länge und Querschnitt = 1 gesetzt werden, sondern allgemein, sofern nur für R_0 und R_t dieselbe Drahtlänge und derselbe Querschnitt gerechnet wird. Da nun der Widerstand direct proportional der Länge und um-

gekehrt proportional dem Querschnitt ist, so muß man, um den Widerstand eines gegebenen Drahtes bei t° zu berechnen, die rechte Seite obiger Formel noch mit $1+\delta t$ multipliciren, wobei δ den Ausdehnungscoëfficienten für 1° bedeutet.

Uebrigens ist die Zunahme des Widerstandes bei verschiedenen Metallen ziemlich verschieden: bei Stahl und Eisen ist derselbe bei 0° halb so groß als bei 170°, bei Gold, Silber, Kupfer die Hälfte desjenigen bei 255°, bei Platin desjenigen bei 455°; bei Legirungen ist die Zunahme im Allgemeinen gering, bei Neusilber beträgt sie z. B. für 860° nur 0,3 des Werthes bei 0°.

Specifische Widerstände bei 0°.*)

	Widerstand ausgedrückt in		
	Ohmaden	Siemens'schen Einheiten	Leitungsvermögen
Reines Silber, ausgeglüht	0,0154	0,0161	100
Kupfer, ausgeglüht	0,0171	0,0179	90
Silber (750/1000) ausgeglüht	0,0193	0,0201	80
Reines Gold, geglüht	0,0217	0,0227	71
Aluminium, geglüht	0,0309	0,0324	49,7
Magnesium, gehämmert	0,0423	0,0443	36,4
Reines Zink, bei 350° geglüht	0,0565	0,0591	27,5
" " gehämmert	0,0594	0,0621	25,9
Reines Cadmium, gehämmert	0,0685	0,0716	22,5
Messing, geglüht	0,0691	0,0723	22,3
Stahl, geglüht	0,1099	0,1149	14,0
Reines Zinn	0,1161	0,1214	13,3
Aluminium-Bronze, geglüht	0,1189	0,1243	13,0
Eisen, geglüht	0,1216	0,1272	12,7
Palladium, geglüht	0,1384	0,1447	11,1
Platin, geglüht	0,1575	0,1647	9,77
Thallium	0,1831	0,1914	8,41
Reines Blei	0,1985	0,2075	7,76
Neusilber, geglüht	0,2054	0,2775	5,80
Reines Quecksilber	0,9564	1,000	1,61

Widerstand bei der Temperatur t°.

Stahl	$R_t = R_0\,(1+0{,}004978t+0{,}000007351t^2)$
Eisen	$= R_0\,(1+0{,}004516t+0{,}000005828t^2)$
Zinn	$= R_0\,(1+0{,}004028t+0{,}000005826t^2)$
Thallium	$= R_0\,(1+0{,}004125t+0{,}000003488t^2)$
Cadmium	$= R_0\,(1+0{,}004264t+0{,}000001765t^2)$
Zink	$= R_0\,(1+0{,}004192t+0{,}000001481t^2)$

*) Comptes rendus, 1873, No. 6.

Blei	$= R_0 (1+0{,}003954t+0{,}000001430t^2)$
Aluminium	$= R_0 (1+0{,}003876t+0{,}000001320t^2)$
Silber	$= R_0 (1+0{,}003972t+0{,}000000687t^2)$
Magnesium	$= R_0 (1+0{,}003870t+0{,}000000863t^2)$
Kupfer	$= R_0 (1+0{,}003637t+0{,}000000587t^2)$
Gold	$= R_0 (1+0{,}003678t+0{,}000000426t^2)$
Silber ($^{725}/_{1000}$) . . .	$= R_0 (1+0{,}003522t+0{,}000000667t^2)$
Palladium	$= R_0 (1+0{,}002787t-0{,}000000611t^2)$
Platin	$= R_0 (1+0{,}002454t-0{,}000000594t^2)$
Messing	$= R_0 (1+0{,}001599t)$
Aluminium-Bronze . . .	$= R_0 (1+0{,}001020t)$
Neusilber	$= R_0 (1+0{,}000356t)$
Quecksilber	$= R_0 (1+0{,}000882t+0{,}000001140t^2)$

Dehnung der Leitungsdrähte durch den elektrischen Strom.

Wertheim ist durch seine Untersuchungen zu dem Ergebnisse gekommen, daß der galvanische Strom beim Durchgang durch einen Leitungsdraht die Elasticität desselben ändert.*) Damit im Widerspruch steht die Angabe von Edlund,**) daß die Elasticität der Drähte nicht anders durch den galvanischen Strom geändert werde, als durch eine Erwärmung ohne Strom zur gleichen Temperatur, daß jedoch die Länge der Drähte sich mehr ändert als durch eine Erwärmung zur gleichen Temperatur ohne Strom.

Dieser Widerspruch bot dem Dr. Heinrich Streintz Anlaß zu einer neuen Untersuchung der ganzen Frage mittels einer neuen Methode.***) Wertheim hatte vorausgesetzt daß der Strom die Drahtlänge nur in soweit ändere, als er erwärmend wirkt, und es wurde deshalb die Ausdehnung des Drahtes zur Bestimmung der Temperatur desselben benutzt. Da er nun früher schon die Abhängigkeit der Elasticität von der Wärme untersucht hatte, so konnte er jetzt die einer gewissen Temperatur entsprechende Elasticitätsänderung berechnen. Weil indessen die Voraussetzung, von welcher Wertheim ausging, selbst zweifelhaft ist, so ist es nothwendig, an einem und demselben Drahtstücke Bestimmungen der Elasticitätscoëfficienten vorzunehmen, einmal ohne Strom und ohne Erwärmung, dann mit Strom und endlich ohne Strom, aber bei derselben Temperatur

*) Poggend. Ann. Ergänzungsbd. II, S. 99.
**) dies. Bd. 129, S. 15 u. Bd. 131, S. 337.
***) dies. Bd. 150, S. 368.

des Drahtes, wie der Strom erzeugt. Ferner muß die Temperatur des Drahtes auf andere Weise als durch Messung der Ausdehnung bestimmt werden. Zu dem Ende überzog Streintz einzelne Stellen des Drahtes mit Stearin und steigerte die Stromstärke bis zum beginnenden Schmelzen desselben. Da das Stearin einen constanten Schmelzpunkt von 55°5 C. besaß, so ließ sich auf diese Weise die Temperatur des Drahtes bis auf einen halben Grad genau finden. Die Erwärmung des Drahtes auf die gleiche Temperatur erfolgte durch geschmolzenes Stearin.

Die Bestimmung des Elasticitäts-Coëfficienten erfolgte durch Beobachtung der Torsionsschwingungen.

Zur Messung der Verlängerungen des Drahtes wurde ein besonderer Apparat benutzt. An einem verticalen Glasstabe waren über einander zwei verschiebbare horizontale Arme angebracht, deren jeder mit einem verschiebbaren Schlitten versehen war. Jeder Schlitten trug wieder einen leicht drehbaren Fühlhebel, und zwischen die nach außen liegenden Spitzen dieser Fühlhebel ward der zu messende Draht gebracht. Die Fühlhebel waren dabei so eingerichtet, daß der obere sein Uebergewicht auf der äußeren, der untere das seinige auf der innern Seite hatte; ihr Spitzen legten sich daher von selbst gegen die Enden der zu messenden Länge. Um die Drehung der Fühlhebel genau messen zu können, trug jeder einen senkrechten Glasspiegel; es wurde dann die Drehung mittels zweier Fernröhre mit verticalen Skalen abgelesen.

Durch diese Untersuchungen ist nun Streintz zu folgenden Resultaten gelangt:

1. Der galvanische Strom bewirkt eine Aenderung in der Elasticität des Leitungsdrahtes einzig nur durch die auftretende Wärme, übereinstimmend mit Edlunds Resultat.

2. Der galvanische Strom dehnt den Leitungsdraht mehr aus, als eine Erwärmung bis zur gleichen Temperatur es thun würde; nur bei hartem Stahl kann kein solcher Ueberschuß nachgewiesen werden.

3. Die galvanische Ausdehnung tritt bei Schließung des Stromes nicht plötzlich, sondern allmälig auf, ähnlich wie die Wärmeausdehnung; ebenso verschwindet diese Ausdehnung nach der Unterbrechung des Stromes nur allmälig.

4. Die galvanische Ausdehnung kann nicht die Folge einer

elektrodynamischen Abstoßung der einzelnen Theile des Leitungsdrahtes sein; denn sie hängt nicht vom Elasticitätscoëfficienten des Metalls ab. Auch hängt sie nicht ab von der elastischen Nachwirkung; denn Platin, welches die letztere in hohem Grade zeigt, müßte dann auch eine größere galvanische Ausdehnung zeigen. Wahrscheinlich besteht diese Ausdehnung in einer Polarisation der erzeugten Wärmeschwingungen, d. h. in einer Drehung der Moleküle, was auch Villari für wahrscheinlich erklärt hat.*)

Vergleichung der galvanischen Widerstands-Einheiten.

Die gewöhnlichste in Deutschland zur Messung des galvanischen Leitungswiderstandes übliche Einheit ist die von Siemens, welche dem Widerstande einer Säule reinen Quecksilbers von 1 Quadrat-Millim. Querschnitt und 1 Meter Länge bei 0° C. gleichkommt. F. Kohlrausch hat die Größe dieser Einheit in absolutem Maaß mit Hülfe der ausgezeichneten erdmagnetischen und galvanischen Instrumente, welche das Göttinger Observatorium durch Webers Arbeiten erhalten hat, einer genauen Bestimmung unterworfen und von Siemens eigenes für diesen Zweck gelieferte Einheiten benutzt. Es ergab sich dabei **)

$$1 \text{ Siemens'sche Einheit} = 9\,717\,000\,000 \; \frac{\text{Millim.}}{\text{Secunde}}$$

$$= 0{,}9717 \; \frac{\text{Erdquadrant}}{\text{Secunde.}}$$

In England ist die Einheit üblich, welche von einer im Jahre 1861 von der British Association gewählten Commission festgestellt wurde, die sogenannte British Association-Einheit oder das Ohmad. Dieselbe sollte eigentlich den Werth

$$10^7 \; \frac{\text{Millim.}}{\text{Secunde}} = 1 \; \frac{\text{Erdquadrant}}{\text{Secunde}}$$

haben. Aus einer Versuchsreihe von Jenkin hat nun Dehms die Relation

$$1 \text{ B. A.-Einheit} = 1{,}0493 \text{ Siemens'sche Einh.}$$

abgeleitet und spätere Versuche***) haben das gleiche Resultat ergeben. Sonach würde

*) Poggend. Ann. Bd. 126, S. 87.

**) dieselben Ergänzungsbd. VI, S. 1.

***) Bestimmung von Herm. Siemens in Poggend. Ann. Bd. 148, S. 155.

$$1 \text{ B. A.-Einheit} = 1{,}0196 \frac{\text{Erdquadrant}}{\text{Secunde}}$$

sein, oder fast um 2 Procent größer als beabsichtigt worden. Kohlrausch ist auch der Ansicht, daß die Methoden, welche zur Feststellung der englischen Einheit geführt haben, nicht den Grad von Genauigkeit besitzen, wie seine eigenen.

L. Lorenz in Kopenhagen glaubt indessen, daß die Nichtübereinstimmung in den bisher bei der Vergleichung der verschiedenen Einheiten gewonnenen Resultate namentlich von dem Umstande herrühre, daß die früheren Versuche mit inducirten Strömen von veränderlicher Intensität angestellt worden sind. Er hat sich deshalb einer anderen Methode bedient, bei welcher allein eine constante elektromotorische Kraft ohne Strom zur Anwendung kam und wo die Bestimmung des Leitungswiderstandes bei der praktischen Ausführung allein auf die Messung einer Geschwindigkeit zurückgeführt wurde. Als Resultat fand er

1 Siemens'sche Einheit = 0,9337 Ohmad.

d. i. etwa 2 Proc. niedriger, als die Commission der British Association diese Einheit bestimmt hatte (0,9629 oder 0,9564 Ohmad).

Stabmagnetismus.

Eine Reihe wichtiger Untersuchungen über den Stabmagnetismus hat in den letzteren Jahren der französische Akademiker J. C. Jamin ausgeführt.

In einer Arbeit „über die Vertheilung des Magnetismus"*) führt er zunächst den Nachweis, daß es nicht bloß Magnete giebt von der Beschaffenheit derer, welche Coulomb studirt hat, bei denen die magnetische Intensität von der Mitte an nach den Enden hin zunimmt, und welche in geringen Entfernungen von den Enden ihre zwei Pole haben, sondern daß man eine und dieselbe Stahlplatte auf beliebig viele Arten magnetisiren und ihre Pole an willkürliche Punkte verlegen kann.

Um dies experimentell nachzuweisen, nahm Jamin eine huf-

*) Comptes rendus, 1872 déc. 16, p. 1672.

eisenförmig gebogene Platte von gehärtetem Stahl von 8 Millim. Dicke, 10 Centim. Breite und 75 Centim. Länge von der Mitte bis zum Ende und umgab die beiden Schenkel mit kleinen, verschiebbaren, entgegengesetzt gewundenen Spiralen, jede aus 200 Windungen eines 2 Millim. dicken und 50 Meter langen Knpferdrahtes bestehend, die beim Durchgange eines Stromes nur eine locale Wirkung auszuüben vermochten. Wenn man nun, während des Durchganges des Stromes, die Spiralen wiederholt (10 bis 20 mal) von der Mitte aus ein Stück auf den beiden Schenkeln hinschiebt und wieder zurück, so werden die überstrichenen Stellen magnetisch und man erkennt leicht, wenn man Eisenfeile auf die Platte schüttet, daß die Pole an den Enden der Excursionen der Spiralen liegen.

Um die Vertheilung des Magnetismus genauer zu erkennen, wurde der Magnet unter der einen Schale einer Waage verschoben, an welcher sich ein kleiner kugelförmiger Eisencontact befand. An der andern Schale war eine Spiralfeder angebracht, die mittels eines um eine Achse gewickelten Seidenfadens so weit gespannt wurde, bis jener Contact von dem Magneten losgerissen wurde. Man erhielt so mittels einer Scala die Gewichte, welche zur Losreißung des Contactes nöthig waren. Trägt man dieselben als Ordinaten ab, während die Abstände von der Mitte oder vom Ende des Magneten als Abscissen dienen, so erhält man eine Curve, welche ihre höchste Stelle am Pol hat.

Wenn man die Excursionen der Magnetisirungsspiralen weiter nach den Enden hin fortsetzt, so verschiebt sich auch die Curve, ohne sich sonst merklich zu ändern. Wenn aber die Excursionen soweit gehen, daß das vordere Stück der Curve theilweise über das Ende hinaus zu liegen kommt, so tritt eine Aenderung ein. Man denke sich dann das abgebrochene Curvenstück umgeklappt auf das stehen gebliebene gelegt und die Ordinaten addirt. So erklärt es sich, daß gegen die Enden hin der Magnetismus wieder zunimmt. Wenn man die Excursion bis an die Enden forsetzt, so ist der umgeklappte Theil der Curven dem andern gleich und die Coordinaten verdoppeln sich überall, vom Ende nach der Mitte zu stetig abnehmend. Dies ist der Fall bei den gewöhnlichen Magneten, die ihre Pole an den Enden haben.

Magnete dieser letzteren Art erhält man auch stets, wenn man die Spiralen von den freien Enden aus ein Stück auf den Schenkeln verschiebt.

Die Intensität des Magnetismus, den der Stab während des Stromdurchganges annimmt, wächst allerdings mit der Intensität des Stromes, wenn man von 5 Elementen allmälig zu 50 übergeht. Aber nur ein geringer Theil dieses Magnetismus ist permanent und dieser permanente Magnetismus nimmt nicht zu, wenn man unter den angegebenen Verhältnissen mehr als 10 Elemente anwendet. Der Stab ist dann gesättigt. Die Richtung des Stromes, welcher diesen Magnetismus erregt hat, mag als direct bezeichnet werden.

Läßt man einen Strom in entgegengesetzter (inverser) Richtung durch die Spiralen gehen, so kann man die Platte entmagnetisiren. Schon Wiedemann hat nachgewiesen, daß dazu ein schwächerer Strom als der ursprüngliche ausreicht, und Jamin fand 7 Elemente genügend, wenn vorher 10 bis 50 zur Sättigung benutzt worden waren.

Der Stab kommt aber auf diese Weise doch nicht wieder in seinen ursprünglichen, unmagnetischen Zustand zurück, vielmehr ist der erste Magnetismus in ihm noch versteckt vorhanden, wie Jamin näher nachweist.*) Wäre nämlich der Stahl durch den inversen Strom vollkommen in den neutralen Zustand versetzt worden, so müßte ein schwacher inverser Strom magnetisirend wirken in gleichem Maße wie ein schwacher directer Strom. Nun zeigte es sich aber, daß ein schwacher inverser Strom von 1 bis 7 Elementen fast gar keine Wirkung ausübte, während directe Ströme von gleicher Stärke den Stahl verhältnißmäßig kräftig magnetisirten. Mit 8 bis 10 Elementen konnte man allerdings auch bei inversem Strome Magnetismus erregen, viel stärker ist aber die Wirkung bei gleich kräftigen directen Strömen. Je größer die Elementenzahl ist, welche man anwendet, desto geringer wird der Unterschied in der Wirkung des directen und des inversen Stromes, bis er endlich ganz verschwindet.

Jamin schließt hieraus, daß die Magnetisirung sich nicht

*) Sur le magnétisme dissimulé. Comptes rendus, 1872 déc. 30, p. 1796.

auf die Oberfläche des Stahles beschränkt, sondern daß sie vielmehr ins Innere bis in eine unbekannte Tiefe eindringt, welche wahrscheinlich je nach der Coërcitivkraft verschieden ist und mit der Sättigung ihre Grenze erreicht. Jeder fernere inverse Strom, welcher geringer ist als derjenige, bei dem die Sättigung erreicht wird, entwickelt eine entgegengesetzte Magnetisirung, welche in einer geringeren Tiefe stehen bleibt und die inneren Schichten des primitiven Magnetismus unverändert läßt. Bei einer gewissen Anzahl von Elementen, bei den Jamin'schen Versuchen sieben, neutralisiren sich die beiden entgegengesetzten Schichten und der Stahl scheint zum natürlichen Zustande zurückgekehrt; aber dieselben verbergen sich nur gegenseitig. Wenn man mit einer kleineren Elementenzahl einen Strom erzeugt, so zerstört derselbe den äußeren Magnetismus nicht und es wird überhaupt nichts geändert. Läßt man aber den Strom in directer Richtung durchgehen, so zerstört man die oberflächliche Schicht, welche umgekehrt war, und die Wirkung des centralen Magnetismus kommt wieder zum Vorschein.

Dieses Verbergen des Magnetismus kann man auch unter anderen Umständen beobachten, besonders beim Uebereinanderlegen verschiedener magnetischer Platten zu einem Bündel. Wenn man die Platten nach einiger Zeit wieder trennt, so haben sie ihren Magnetismus manchmal vollständig, immer aber theilweise verloren; in einzelnen Fällen beobachtet man sogar eine Umkehrung des Magnetismus. Bei einem derartigen Versuche, den Jamin anstellte, hatte die Platte fast allen Magnetismus verloren; dessenungeachtet waren 8 Elemente von entgegengesetzter Richtung nöthig, um den zurückgebliebenen Magnetismus zu zerstören, während Elemente mit directem Strome ihm einen beträchtlichen Magnetismus im ursprünglichen Sinne ertheilten. Es ist wahrscheinlich, daß während der Uebereinanderlagerung die magnetischen Schichten der Oberflächen, mit einander in Berührung gebracht, sich abstoßen und in die Tiefe dringen, und daß die Platten im Momente der Trennung einen entgegengesetzten oberflächlichen Magnetismus besitzen, der sie entmagnetisirt erscheinen läßt.

Die eigenthümlichste Folgerung aus diesen neuen Erscheinungen besteht darin, daß es kein Mittel giebt, eine Stahlplatte, die einmal magnetisirt worden ist, zum neutralen Zustande

zurückzuführen, da jede entgegengesetzte Magnetisirung entweder die erste versteckt, indem sie sich darüber lagert, oder sie vollständig ersetzt, in dem sie dieselbe zerstört.

Jamin hat sich weiter damit beschäftigt, die Tragkraft der Stahlmagneten möglichst zu erhöhen. Schon früher*) hat er in dieser Hinsicht einer interessante Wahrnehmung mitgetheilt. An einen aus 10 Lamellen bestehenden Stahlmagneten wurde, während man ihn durch einen Strom magnetisirte, ein Anker von weichem Eisen gelegt. Nach der Unterbrechung des Stromes waren 750 Kilogr. nöthig, um den Anker loszureißen. Indessen war diese Erhöhung der Tragkraft nur vorübergehend; denn als man die Anker aufs Neue anlegte, zeigte sich, daß der Magnet nur noch 300 Kilogr. trug. Jamin erklärte diese Erscheinung durch eine Condensation des Magnetismus zwischen dem Magneten und dem Contact während des Durchganges der Ströme, welche auch nach Unterbrechung des letzteren noch fortdauert. Ueber diesen Gegenstand hat er sich in einer am Anfange vorigen Jahres der Pariser Akademie übergebenen Note weiter verbreitet.**)

Es gelang aber Jamin auch, permanente Magnete von außergewöhnlicher Tragkraft herzustellen, und am 12. Mai vor. J. legte er der Pariser Akademie zwei derselben vor, von denen der eine 6 Kilogr. wiegt und 80 Kilogr. trägt, der andere aber, wohl der kräftigste bis dahin construirte, 495 Kilogr. trägt und nur etwa den zehnten Theil wiegt.***)

Die Art und Weise, wie der letztere constuirt wurde, ist folgende: Zwei Armaturen von je 16 Kilogr. Gewicht sind einander gegenüber aufgestellt, und durch starke Kupferbänder mit einander verbunden, ihre Breite beträgt 11 Centimeter, ihre horizontalen, nach abwärts gerichteten Polflächen stehen 12 Centimeter von einander ab, ihre Dicke beträgt 20 Millim., sie sind gut zugerichtet und haben einen cubischen, 13 Kilogr. schweren Anker. Von diesen Flächen aus gehen die Armaturen in die Höhe, wobei sie sich entfernen und immer dünner werden,

*) Comptes rendus, 1869 juin 28, p. 1502.

**) das., 1873 janv. 13, p. 65.

***) Ueber die Grundsätze, welche bei der Construction zur Geltung kamen vergl. Comptes rendus, 1873 mars 31, p. 789 und mai 12, p. 1153.

oben in einen scharfen Rand auslaufend. Oben sind die beiden Armaturen durch eine 1,2 Meter lange Stahllamelle verbunden, die durch Schrauben auf ihrer Außenseite befestigt ist und sich frei in die durch die Elasticität bestimmte Form biegt. Alle die übrigen vorgängig magnetisirten Lamellen sind im Innern angebracht, eine nach der andern; sich selbst überlassen fügen sie sich eng an einander an, wobei ihre Enden an den Armaturen anliegen. In dem Maße, wie die Anzahl derselben zunimmt, wächst die Tragkraft, und zwar sowohl die ursprüngliche F, wie man sie beim ersten Abreißen des Ankers mißt, als auch die nachher übrig bleibende permanente Tragkraft F_1:

Zahl der Lamellen		F Kilogr.	F_1 Kilogr.	$F-F_1$ Kilogr.
20	...	175	154	21
30	...	316	280	46
40	...	460	376	84
45	...	558	460	98
50	...	600	475	125
55	...	680	495	185

Man sieht, daß die Differenz $F-F_1$ anfangs nicht gar zu rasch zunimmt bis zu 40 oder 45 Lamellen. Von da an nimmt F noch beträchtlich zu, F_1 aber nur wenig und erreicht eine Grenze von etwa 500 Kilogr., die man bei den gegebenen Armaturen, dem Anker und der Stahlsorte nicht zu überschreiten vermag. Bei 45 Lamellen beträgt das Gewicht gerade 46 Kilogr., die Tragfähigkeit F_1 also das Zehnfache; von da an wächst bei vermehrter Lamellenzahl das Gewicht rascher als die Tragkraft.

Jamin hat ferner die Ursachen der Ungleichheiten näher untersucht, welche sich beim Magnetisiren verschiedener Stahlsorten herausstellen.*) Um aus einer gegebenen Stahlsorte die möglichst besten Magnete herzustellen, muß man das Maximum des Polaritäts-Coëfficienten (der die Fähigkeit, den Magnetismus festzuhalten, bestimmt) erreichen, was bei verschiedenen Stahlsorten durch verschiedene Behandlung gelingt.

Weiches Eisen behält immer die gleiche Empfänglichkeit für den Magnetismus, wie stark man es auch erhitzen mag.

*) Comptes rendus, 1873 juillet 14.

Stahl den man stark erhitzt und dann abgeschreckt hat, besitzt nur eine sehr geringe; sie wächst aber in dem Maße, wie man ihn bei immer höheren Temperaturen anläßt. Stahl, welcher sehr arm an Kohlenstoff ist, verhält sich näherungsweise wie weiches Eisen; ein reicher Stahl verliert aber durch Abschrecken an Empfänglichkeit für den Magnetismus in dem Maße wie sein Kohlenstoffgehalt größer ist. Die mittleren Stahlsorten muß man abschrecken, ohne sie wieder anzulassen; die kohlenstoffreichen aber muß man wieder anlassen, manche bis zum Gelb, andere bis zum Blau, um Magnete zu erhalten, die dauernd eine große Quantität Magnetismus behalten. Wie man mit einer gegebenen Stahlsorte zu verfahren hat, kann nur durch eine Probe festgestellt werden.

Im Allgemeinen hält Jamin die kohlenstoffarmen Sorten am zweckmäßigsten zu Anfertigung kräftiger Magnete.

Wir müssen hier noch der Untersuchungen gedenken, welche A. L. Holz in Berlin angestellt hat.**) Es wurden zwölf Stäbe von englischen Corsettstahl einzeln in einer Magnetisirungsspirale bis zur Sättigung magnetisirt; nach einem bis zwei Tagen wurde das magnetische Moment mittels eines Spiegelgalvanometers ermittelt. Dann wurden die Stäbe in verdünnte Salzsäure gelegt und nach 20 bis 24 Stunden bestimmte man wiederum das magnetische Moment des nun durch Auflösung leichter gewordenen Stabes. Das Auflösen wurde so lange fortgesetzt, bis die Stäbe an ihren Dimensionen beträchtlich eingebüßt hatten. Genau dasselbe Verfahren wurde auch mit 6 in verschiedenen Farben angelassenen Stahlsorten angewandt.

Es ergab sich nun bei den Stäben aus Corsettstahl, daß der Gewichtsverlust durch die Behandlung mit Salzsäure nicht immer eine entsprechende Verminderung des magnetischen Momentes herbeiführte. Im Gegentheil fiel das Moment für die Gewichtseinheit (also der Quotient des magnetischen Momentes, dividirt durch das Gewicht) in vielen Fällen größer aus nachdem die Salzsäure gewirkt hatte; ja sogar der absolute Betrag des magnetischen Momentes war zuweilen nicht unmerklich grö-

*) Poggend. Ann. Bd. 151, S. 69.

ßer, trotzdem daß ein namhafter Gewichtsverlust (bis 15 Proc.) stattgefunden hatte.

Bei den 6 von blaßgelb, braun bis blau angelassenen weichen Stäben dagegen trat mit der Abnahme des Gewichtes auch immer eine Abnahme des magnetischen Momentes ein.

In diesen 6 angelassenen Stäben war die Structur durchgehend gleichmäßiger als in den abgeätzten Corsettstäben. Letztere waren auf ihrer Oberfläche rauh und höckerig und an beiden Enden des Stabes bildete eine hervortretende schwarze Masse, welche Holz als Kohleneisen bezeichnet, fadenartige Formen. Es hatte das Aussehen, als umgäbe das Eisen dieses fadenförmige Skelett, wie eine Flüssigkeit einen festen Körper. Es zeigt sich nun, daß das Kohleneisen hier die Rolle des Trägers der magnetischen Coërcitivkraft spielt, während das darum liegende Eisen die Wirkung des Magnetismus in ähnlicher Weise vermindert wie ein Anker. Als diese Stäbe ein Drittel bis zur Hälfte ihres Eisens verloren hatten, wurden sie aufs Neue magnetisirt, und dabei wurde in den meisten Fällen wieder ungefähr das frühere Moment, einige Mal sogar ein höheres erlangt. Noch auffälliger ist die Zunahme des specifischen Magnetismus (magnetischer Moment dividirt durch Gewicht). Bei einem Stabe, der durch Abätzen fast die Hälfte seines Gewichtes verloren hatte, zeigte sich, daß er beim nochmaligen Magnetisiren nahezu das doppelte an specifischem Magnetismus gewann.

Bei den angelassenen Stäben dagegen tritt bei nochmaligem Magnetisiren nach dem Aetzen immer ein geringeres Moment als ursprünglich auf, und wenn auch der Quotient bisweilen eine Zunahme zeigt, so ist diese doch nur unbedeutend.

Daß in der That das Kohleneisen der eigentliche Träger des Magnetismus ist, zeigte sich, als von den angelassenen Stäben, nachdem sie geätzt und neu magnetisirt waren, das auf der Oberfläche in fein vertheiltem Zustande zurückgebliebene Kohleneisen entfernt wurde; das magnetische Moment wurde dadurch kleiner. Holz benutzte diese Eigenschaft des Kohleneisens zur Herstellung eines außerordentlich leichten Magneten. Er ließ nämlich eine Nähnadel so lange in verdünnter Salzsäure liegen, bis ein Rest von nicht mehr wie 3 Millim. Länge und $^{3}/_{4}$ Milligr. Gewicht übrig blieb. Dieses haardünne Stäbchen wurde dann in

einer Magnetisirungsspirale mit dem Strome zweier Elemente magnetisirt. In einer Entfernung desselben vom Galvanometerspiegel gleich 48 Millim. und bei 1,220 Meter Abstand des Spiegels vom Fernrohr wurde eine Ablenkung von 4 Millim. beobachtet.

Holz faßt die Resultate seiner Arbeit in den Sätzen zusammen:

1. Die Größe des magnetischen Momentes eines Stahlstabes ist abhängig von der Structur des Eisens und der damit zusammenhängenden Structur des Kohleneisens.

2. Das magnetische Moment für die Gewichtseinheit = 1 Milligr. steigt durch Abnahme von magnetisirtem Eisen, es fällt aber durch Abnahme von magnetisirtem Kohlenstoff.

3. Die beim Auflösen des Eisens zurückbleibenden Kohleneisentheilchen sind magnetisirbar und erhalten permanenten Magnetismus.

4. Die leichtesten permanenten Magnete erhält man aus den Restkörperchen aufgelöster Eisenmassen, wenn dieselben neu magnetisirt werden.

Die Anziehungskraft großer Magnete und elektrischer Spiralen auf entfernte Körper

hat Airy einer näheren Untersuchung *) unterworfen. In einer gewissen Entfernung giebt das Maximum nicht die der Länge nach am Ende wirkende Kraft, sondern eine transversale in der Nähe des Endes. Wenn man rings um den Magneten herumgeht, so trifft man 6 Maxima und ebensoviele Minima der Kraft.

Der Kern einer galvanischen Spirale wirkt ähnlich wie ein Stahlmagnet, auch ist die vom Kerne ausgeübte Kraft bedeutend größer, als die von der Spirale allein ausgeübte. Die Vertheilung der Kraft in den verschiedenen Theilen der letzteren ist verschieden von derjenigen in den entsprechenden Theilen des Kernes.

---

*) Philos. Magaz., 1872 June. — Bei dieser Gelegenheit machen wir aufmerksam auf die Schrift von Airy, Ueber den Magnetismus. Deutsch von Fr. Tietjen. Berlin, 1874.

Meteorologie.

Der internationale Meteorologen-Congreß in Wien.

Seitdem auf Veranlassung der Regierung der Vereinigten Staaten im Jahre 1853 in Brüssel eine Conferenz von Abgeordneten verschiedener Seestaaten tagte, um ein gleichförmiges System für die Beobachtungen zur See festzustellen, hat sich bei den Meteorologen überall die Ueberzeugung von der Nothwendigkeit eines gemeinsamen Vorgehens in der Untersuchung der Witterungsverhältnisse Bahn gebrochen. Die Erkenntniß dieser Nothwendigkeit war es ohne Zweifel, welche viele nichtdeutsche Meteorologen veranlaßte, die im August 1872 in Leipzig bei Gelegenheit der Naturforscher-Versammlung von Bruhns, Jelinek und Wild einberufene Meteorologen-Versammlung zu besuchen und dadurch dieser einen internationalen Charakter verlieh. Hier, in Leipzig, erkannte man denn auch allgemein die Zweckmäßigkeit eines allgemeinen internationalen Meteorologen-Congresses und beschloß, denselben in Wien im Sommer 1873 abzuhalten. Derselbe fand in den Tagen des 2. bis 7. September statt und wurde von den amtlichen Vertretern von fünfzehn Staaten beschickt, nämlich Belgien (2 Delegirte), China (1), Dänemark (1), Deutsches Reich (7), England (2), Italien (2), Holland (1), Nordamerika (1), Norwegen (1), Oesterreich-Ungarn (7), Portugal (1), Rußland (1), Schweden (1), Schweiz (1), Türkei (1); abgehalten vom Erscheinen waren die Vertreter Griechenlands und Spaniens, unvertreten war Frankreich. Außer den 28 Delegirten wohnten noch eine Anzahl Gäste den Sitzungen bei.

Was nun die Verhandlungen*) anlangt, so diente als Grundlage für dieselben das schon in Leipzig festgesetzte Programm, welches den ganzen Stoff von 28 Fragen in sieben Gruppen ordnete: 1) Instrumentelles, 2) Anstellung und Berechnung der Beobachtungen, 3) Witterungstelegramme, 4) maritime Meteorologie, 5) Organisation, 6) Publication der Beo-

*) Bericht über die Verhandlungen des internationalen Meteorologen-Congresses zu Wien 1873. Wien, Hof- und Staatsdruckerei 1873.

bachtungen, 7) Ausführung der Congreßbeschlüsse. Dazu kam dann noch ein von dem Vertreter der Schweiz, Plantamour, gestellter Antrag auf Gründung einer internationalen Centralanstalt für Meteorologie. Wir geben hier eine Aufzählung der wichtigsten Beschlüsse.

Zunächst sei der Feststellung über die verschiedenen Maßeinheiten gedacht. Als Einheit der Zeit wurde der mittlere Sonnentag gewählt, der, wie im gewöhnlichen Leben, von Mitternacht zu Mitternacht geht und in 12 Stunden Vormittag und 12 Stunden Nachmittag getheilt wird. In dieser Abweichung von den astronomischen Gebrauche, den Tag von Mittag zu Mittag in 24 Stunden zu theilen, giebt sich, wie auch in andern Beschlüssen, das Bestreben kund, sich in engster Verbindung mit der Praxis des gewöhnlichen Lebens zu erhalten.

Die nächst größere Einheit bilden die Dove'schen Pentaden, d. h. Abschnitte zu je fünf Tagen, deren das Jahr 73 enthält, namentlich zur Bestimmung 5tägiger Temperaturmittel. In Schaltjahren tritt an die Stelle der letzten Pentade des Februar ein 6tägiger Zeitraum.

Ferner entschied man sich für Beibehaltung der gewöhnlichen Monate, trotz ihrer ungleichen Länge. Auch das von Dove eingeführte „meteorologische Jahr", welches mit dem 1. December anfängt und vier Jahreszeiten zu je drei Monaten enthält, nämlich den Winter vom Dec. bis Februar, Frühling vom März bis Mai, Sommer von Juni bis August und Herbst vom September bis November, ließ man fallen und adoptirte das gewöhnliche bürgerliche Kalenderjahr.

Neu eingeführt wurden fünfjährige Zeitabschnitte, Lustra, für welche Mittelwerthe der Temperatur, des Luftdruckes und der übrigen meteorologischen Elemente berechnet werden sollen, eine Einrichtung, die in Brüssel schon seit 1833 besteht. Das nächste Lustrum soll mit dem Jahre 1876 beginnen.

Verzichtet wurde auf die Feststellung gleichmäßiger Beobachtungsstunden; man beschloß vielmehr in dieser Hinsicht den verschiedenen Landesgewohnheiten Rechnung zu tragen. Auch würde z. B. das englische Beobachtungsgebiet weit über die Hälfte seiner freiwilligen Beobachter verloren haben, wenn man täglich dreimalige Beobachtungen hätte verlangen wollen. Denn von

50 Mitgliedern der Meteorologischen Gesellschaft in England haben sich 41 für blos 2malige tägliche Beobachtungen, früh und abends 9 Uhr, erklärt. Man begnügte sich daher mit Aufstellung gewisser allgemeiner Regeln. Werden z. B. täglich zwei Beobachtungen, etwa 8 Uhr früh und 9 oder 10 Uhr abends gemacht, so kann man daraus unmittelbar die Mittelwerthe der Temperatur, des Luftdruckes 2c. für den Tag ableiten; um aber auch die Extreme zu berücksichtigen, sollen dann wenigstens noch am Maximum- und Minimum-Thermometer Ablesungen gemacht werden. Oder, wenn man täglich dreimal beobachtet, so ist durch Vergleichung der gewonnenen Resultate mit allstündlichen Beobachtungen zu ermitteln, auf welche Art man aus täglich drei Beobachtungen die wahre Mitteltemperatur des Tages findet. So hat z. B. Kämtz angegeben, daß man aus Beobachtungen um 7 Uhr Vorm., 2 und 9 Uhr Nachm. das richtige Tagesmittel erhält, wenn man der letzten Beobachtung das doppelte Gewicht beilegt.

Bei rein wissenschaftlichen Untersuchungen hat das Metersystem und die 100theilige Thermometerscala allgemein Eingang gefunden. Bei einer so praktischen, mit den unmittelbaren Bedürfnissen z. B. der Seefahrer in so enge Berührung kommenden Disciplin wie die Meteorologie es ist, mußte aber nothwendig auf die bisherigen Gewohnheiten Rücksicht genommen werden. Es war daher zu berücksichtigen, daß der englische Fuß und die Fahrenheit'sche Thermometerscala auf einem weit größeren Gebiete zu Lande und zu Wasser Geltung haben als irgend ein anderes System. Der Congreß begnügte sich daher, folgende Resolutionen auszusprechen:

1) Es ist sowohl für die Beobachtungen, als auch für die Publicationen der Gebrauch derselben Maßeinheit wünschenswerth.

2) Der Congreß spricht seine Ueberzeugung aus, daß unter allen bestehenden Maßsystemen das metrische am meisten Aussicht auf allgemeine Annahme hat.

3) Der Congreß bezeichnet es als höchst wünschenswerth: wenn es nicht möglich wäre, jetzt schon einheitliche Maße einzuführen, fortan nur Meter- und englisches Maß (nebst Celsius- und Fahrenheit-Scala) zu benützen.

4) Alle Maßregeln sind zu unterstützen, die geeignet sind,

die Einführung des einheitlichen metrischen Maßsystems zu fördern.

Wie aber schon in Leipzig die englischen Meteorologen Zweifel darüber äußerten, ob es gelingen werde, dem metrischen Maßsysteme und der Centesimal-Scala in Großbritannien Eingang zu verschaffen, so fand auch die zweite und vierte der obigen Resolutionen Seitens eines der englischen Delegirten Widerspruch.

Indessen bezieht sich die Zulassung des englischen Maßes nur auf die practische Meteorologie. Für wissenschaftliche Untersuchungen sollen neben den Angaben im Originalmaß auch solche im metrischen Maße und in der hunderttheiligen Thermometerscala Platz finden, wie dies schon seit der Leipziger Vorconferenz in den Quarterly Weather Reports geschieht.

Die Angabe der Windgeschwindigkeit soll wo möglich nicht mehr in allgemeinen Ausdrücken auf Grund bloßer Schätzung, sondern in Metern pro Secunde erfolgen. Um solche Messungen ausführen zu können hat Wild, der Director der russischen meteorologischen Centralstation, einen einfachen, an jeder Windfahne anzubringenden Meßapparat vorgeschlagen. Derselbe besteht aus einer um eine horizontale Achse leicht drehbaren, bei ruhiger Luft vertical herabhängenden Blechscheibe, welche durch den Wind, je nach seiner Stärke, mehr oder weniger aus ihrer verticalen Stellung abgelenkt wird und so angebracht ist, daß die Drehungsachse immer senkrecht zur Windrichtung steht.

Eine völlige Einigung kam über die symbolische Bezeichnung der Witterungsverhältnisse zu stande, die sich nicht in Zahlen ausdrücken lassen.

Die Windrichtungen sollen durch die Anfangsbuchstaben der englischen Windnamen ausgedrückt werden, also N = Nord, E = Ost, S = Süd, W = West. Es sind nur 16 Windrichtungen zu unterscheiden.

Die Bewölkung ist durch die Ziffern 0, 1, 2, ..., 10 anzugeben, sodaß 0 einen ganz wolkenleeren Himmel bedeutet, die Ziffern 1, 2, ... aber ausdrücken, daß ein, zwei, ... Zehntel von der Fläche der Himmelshalbkugel mit Wolken bedeckt sind. Um auch die Mächtigkeit der Wolkenschicht anzudeuten, bedient man sich der als Exponenten anzuschreibenden kleinen

Ziffern ^{0} und ^{2}, von denen die erste eine sehr dünne, die zweite eine sehr dicke Bewölkung bedeutet, während für mittlere Mächtigkeit kein Zeichen gesetzt wird. Es ist zu bemerken, daß bisher die Ziffern 0, 1, 2, ..., 10 in den Niederlanden und Belgien in ganz entgegengesetztem Sinne angewandt worden sind, indem 10 ganz heitern Himmel bedeutet; nichtsdestoweniger sprachen die Vertreter dieser Staaten, Buys-Ballot und Quetelet, ihre Zustimmung zu den Beschlüssen des Congresses aus.

Ferner wurden noch folgende Symbole angenommen:

Regen	●	Glatteis	∾
Schnee	✳	Starker Wind . .	⟋
Hagel	▲	Gewitter	⌈⟨
Graupeln	△	Wetterleuchten . .	⟨
Schneegestöber . .	+→	Regenbogen . . .	⌒
Eisnadeln	←	Nordlicht	⏏
Nebel	≡	Höhenrauch . . .	∞
Reif	⊔	Sonnenring . . .	⊕
Thau	⌓	Sonnenhof . . .	⦶
Rauhfrost	V	Mondring . . .	⊽
		Mondhof	⩛

Auch an diesen Zeichen wird durch Anhängen der kleinen Ziffern ^{0} oder ^{2} die besondere Schwäche oder Stärke der Erscheinung angedeutet, z. B. +→^{2} heftiges Schneegestöber.

Die Frage wegen einer allgemeinen Form der Publicationen, wofür Wild ein von Dr. Köppen verfaßtes Musterschema vorlegte, wurde einem später nochmals zu erwähnenden ständigen Comité überwiesen.

Der wichtigste Berathungsgegenstand der Conferenz war die Vorbereitung zur Gründung eines internationalen meteorologischen Institutes. Indessen kam dieser Gegenstand nicht vollständig zur Erledigung, da die Vorstellungen über die Einrichtung und Thätigkeit eines solchen Institutes ziemlich weit aus einander gingen, auch die Schwierigkeit der Herbeischaffung der nöthigen Fonds 2c. vielfach Bedenken erregten. Auch die Idee, eine meteorologische Gesellschaft von internationalem Charakter, nach dem Vorbilde der astronomischen Gesellschaft, zu gründen, fand fast nur bei den deutschen Delegirten die

nöthige Unterstützung. Es kam daher schließlich nur folgender Beschluß zu stande: „Der Congreß erkennt die Gründung einer internationalen Institution zur Förderung der Meteorologie als wesentlich nützlich und wünschenswerth an. Er ernennt sofort ein permanentes Comité von sieben Mitgliedern mit dem Auftrage, alle auf die Gründung dieser Institution bezüglichen Fragen zu untersuchen und ein detaillirtes Project zu entwerfen. Das Comité würde das Resultat seiner Untersuchungen und seine Vorschläge im Laufe des Jahres 1874 zu veröffentlichen und soviel als möglich zu verbreiten haben, damit es von einem künftigen Meteorologen-Congresse in Berathung gezogen werden könne."

In dieses Comité wurden gewählt Buys-Ballot als Vorsitzender, Bruhns, Cantoni, Jelinek, Mohn, Scott und Wild. Auch wurde, wohl mit Rücksicht auf eine Betheiligung französischer Gelehrter, dem Comité das Recht gegeben, sich durch zwei Mitglieder zu verstärken, sowie beim etwaigen Ausscheiden von Mitgliedern sich zu ergänzen. Diesem Comité wurden außer dem oben erwähnten Auftrage noch mehrere andere gegeben: Ausführungen der Congreßbeschlüsse im Allgemeinen, Anregung eines zweiten internationalen Meteorologen-Congresses nach 3 Jahren, Feststellung der besten allgemein anzuwendenden Form für die meteorologischen Publicationen.

Außer der allgemeinen internationalen Institution hielt man aber auch noch in jedem Lande ein Centralinstitut für Meteorologie für nöthig; ferner sollte jede seefahrende Nation ein dem Centralinstitut unterzuordnendes Institut für Verwerthung der maritimen meteorologischen Beobachtungen und für Organisation der auf Grund von Witterungsdepeschen auszugebenden) Sturmwarnungen besitzen. Wegen der großen Wichtigkeit dieses Zweiges der Meteorologie wurde die möglichst baldige Einberufung eines besonderen Congresses für wünschenswerth erklärt.

Zur Erleichterung des Austausches der Publicationen erschien ein Versendungsbureau nach Art der Smithsonian Institution oder des Centralbureaus in Harlem zweckmäßig.

Weiter wurde noch auf das Bedürfniß einer Ergänzung und Erweiterung des bestehenden Beobachtungs-

netzes hingewiesen. Namentlich war man für Errichtung von ständigen, womöglich mit Registrirapparaten versehenen Beobachtungsstationen auf höheren Berggipfeln; für Anstellung von Versuchen über die Möglichkeit der Benutzung von ballons captifs für ständige meteorologische Beobachtungen; für Errichtung von Stationen in den Nordpolargegenden, zunächst auf Spitzbergen, desgleichen in höhern südlichen Breiten; ferner sollte in dem Gürtel von 35° nördl. und südlicher Breite, wo nur 8 Beobachtungsstationen (Cap, Rio, Calcutta, Bombay, St. Helena, Madras, Trevandrum, Batavia) existiren, davon keine von continentaler Lage, wenigstens durch zeitweilig anzustellende stündliche oder zweistündliche Beobachtungen an passenden Orten der Gang der Temperatur, des Luftdruckes und der Luftfeuchtigkeit ermittelt werden. Namentlich wurde die Anlage ergänzender Stationen an der Nordküste von Afrika, sowie eine vollständigere Organisation in der Türkei gewünscht, desgleichen Erhaltung der Station zu Athen.

Es mag hier eingeschalten werden, daß dem permanenten Comité inzwischen sehr günstige Zusagen betreffs der Beobachtungen am Suezcanal zugegangen sind und daß Buys-Ballot ein Observatorium in Djeddah am Rothen Meere gegründet hat.

Da schon gegenwärtig auf Marokkanischem Gebiete ein Leuchtthurm von einer größern Anzahl von Seestaaten unterhalten wird, auch die Delegirten von Italien und Portugal die Erklärung abgaben, daß ihre Regierungen nicht abgeneigt seien, sich an der Beschaffung eines internationalen Fonds für meteorologische Zwecke zu betheiligen, so wurde die Sorge für Beschaffung eines solchen Fonds dem permanenten Comité als eine seiner wesentlichsten Aufgaben überwiesen.

Der Congreß wurde ferner von dem chinesischen Delegirten Campbell durch die Mittheilung erfreut, daß diesem von Hart, dem Chef des chinesischen Zollamtes, der Auftrag zur Errichtung meteorologischer Stationen an der chinesischen Küste geworden sei und daß er dem Congresse die Errichtung dieser Stationen zur Discussion überlasse. Demnach sollen nun außer den gewöhnlichen auch noch vier Stationen erster Ordnung eingerichtet werden, wo stündlich oder mit Registrirapparaten beobachtet wird, nämlich in Sanghai, Peking, Hankow und Amoy.

Das ganze System soll einen von dem Director der Pekinger Sternwarte verschiedenen Vorstand erhalten.

Endlich stellte der Delegirte der Vereinigten Staaten, Brigade-General Albert J. Myer, den Antrag: „Der Congreß wolle sich dahin aussprechen, daß es wünschenswerth sei, daß zum Zwecke gegenseitigen Austausches mindestens Eine Beobachtung in gleichförmiger, zur Construction symbolischer Karten geeigneter Weise täglich angestellt und notirt werde und zwar für denselben Zeitpunkt, an so vielen Stationen als thunlich auf der ganzen Erde.“ Da solche Simultanbeobachtungen allgemein für wünschenswerth erachtet wurden und namentlich die kartographische Darstellung des in demselben Augenbicke an den verschiedensten Punkten der Erde herrschenden Luftdruckes und der dadurch bedingten Winde sehr wichtige Aufschlüsse über den Verlauf der Witterung verspricht, so wurde dieser Antrag einstimmig angenommen, zumal die Vereinigten Staaten sich zum schwierigsten Theile der Beobachtungen, zu den nächtlichen bereit erklärten.

Von den Beschlüssen über die Instrumente und Beobachtungsmethoden mögen folgende erwähnt werden.

Die bisher üblichen Methoden der Bestimmung des Ozongehaltes der Luft wurden auf Grund vielfacher Erfahrungen für unzuverlässig erklärt und die Aufsuchung neuer und besserer Methoden anempfohlen.

Rücksichtlich der Temperaturbeobachtungen machte Wild auf eine Reihe von Beobachtungen aufmerksam, die in Pulkowa an drei verschiedenen, an einem freistehenden Gerüste von 26,3 Meter Höhe angebrachten Thermometern angestellt worden sind und fast genau dieselbe Monatstemperatur ergeben haben. Es ergiebt sich daraus der Einfluß der Höhe weit geringer als man bisher annahm, vorausgesetzt, daß die Thermometer gegen Strahlung genügend geschützt sind. Von den ähnlichen am chinesischen Thurm in Kew bis 120 Fuß engl. Höhe angestellten Beobachtungen, lagen noch keine Resultate vor.

Es mag an dieser Stelle einer Arbeit von G. Hansemann Erwähnung geschehen, in welcher die Wärmeabnahme der Atmosphäre mit wachsender Höhe und die Wärmezunahme im Erdinnern mit wachsender Tiefe als eine Folgerung aus

der mechanischen Wärmetheorie hingestellt wird.*) Eine ähnliche Ansicht hat auch Guthrie ausgesprochen,**) doch hat Clerk Maxwell gegen die Guthrie'sche Argumentation Einspruch erhoben.***)

Ein absolut zuverlässiges Maximumthermometer scheint immer noch nicht zu existiren. Für Minimumthermometer wurde die Füllung mit Amylalkohol statt gewöhnlichen Alkohols empfohlen, weil ersterer einen höheren Siedepunkt (180° C.) besitzt und daher die störende Destillation nach dem Ende der Röhre hin mehr vermieden wird.

Zur Beobachtung der Bodentemperatur ist Lamont's Methode mit Anwendung einer hölzernen Röhre zuverlässiger als Thermometer mit langen, über die Bodenoberfläche heraus ragenden Röhren, weil bei letzteren der Einfluß der Metallfassung die Genauigkeit der Reduction beeinträchtigt. Im Jahresmittel heben sich jedoch die Unterschiede nahezu auf. Die Bestimmung der Tiefen, in denen zu beobachten ist, bleibt neuen Versuchen vorbehalten. Zum weiteren Studium wird empfohlen das Aufsuchen von Gruppen der Gesteine und Bodenarten, welche sich bezüglich des Ganges der Wärme in denselben gleichartig verhalten.

Aneroidbarometer sind neben dem Quecksilberbarometer als Interpolations- oder Reserve-Instrumente zulässig, nicht aber als alleinige Instrumente.

Rücksichtlich der Aneroide muß hier einer Arbeit von Dr. Paul Schreiber, Assistent für Physik an der höheren Gewerbschule in Chemnitz, über die Verwendbarket der Aneroide von Naudet, Hulot & Comp. in Paris†) zu wissenschaftlichen Zwecken aufmerksam gemacht werden, in welcher derselbe ausspricht, daß bisher das Aneroid ohne genügende Prüfung verurtheilt worden sei und auf Grund eigener Erfahrungen die Naudet-Aneroide auf gleiche Stufe mit den besseren Heberbarometern stellt. Er macht in Folge dessen den Vorschlag, das Quecksilberbarometer als reguläres Beobachtungsinstrument gänzlich zu entfernen und statt dessen an

*) Poggend. Ann. Ergänzungsbd. VI, S. 417.
**) Nature, 1873 May 22, p. 67; Kinetic Theory of Gases.
***) Nature, 1873 May 29, p. 85.
†) Carl's Repert. der Exper.-Phys. Bd. IX, S. 193—241.

zwei Aneroiden Naudet'scher Construction gleichzeitig Ablesungen zu machen. Auch macht derselbe aufmerksam darauf, daß man die Aneroide leicht zur Registrirung der barometrischen Maxima und Minima einrichten kann, indem man statt des üblichen Stellzeigers einen leicht beweglichen Zeiger anbringt, der von dem Aneroidzeiger mitgenommen wird. An dem einen Aneroid würde der Maximum-, an dem anderen der Minimumzeiger anzubringen sein. Da die Aneroide durchaus in horizontaler Lage des Zeigers abgelesen werden müssen, so könnten diese beiden Zeiger sehr leicht sein, so daß sie den Gang nicht stören.

Zurückkehrend zu den Beschlüssen des meteorologischen Congresses erwähnen wir schließlich noch, daß für die Aufstellung des Regenmessers eine Höhe des 1/10 Quadratmeter Fläche messenden kreisrunden Auffangegefäßes von 1,5 Meter über dem Boden allseitig als die beste erkannt und daher empfohlen wurde, doch wies der eine Vertreter Englands darauf hin, daß in England die Höhe von 1 Fuß engl. durch langjährige Erfahrung erprobt und daher auch vom Rain-Comitee der British Association vorgeschrieben worden sei.

Die physikalische Einwirkung des Waldes auf Luft und Boden.

Daß die mehr oder minder reiche Bewaldung einer Gegend von wesentlichem Einflusse auf das Klima sei, ist ein im Allgemeinen längst als richtig anerkannter Satz. Indessen lagen bis vor Kurzem nur wenige Beobachtungsreihen vor, welche die Grenzen dieses Einflusses ziffermäßig feststellten. Es wurde deshalb auf der 26. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Wien vom Professor Ebermayer die Errichtung forstlicher Versuchsstationen in Anregung gebracht, und die Versammlung wählte eine Commission, welche einen gemeinsamen Plan für ganz Deutschland entwarf und die zunächst in Aussicht zu nehmenden Fragen bezeichnete.

Bayern ist mit der Einführung dieses forstlichen Beobachtungssystems vorangegangen und hat 8 Stationen errichtet: Duschelberg im Bayerischen Wald, Seeshaupt am Starnberger See, Rohrbrunn im Spessart, Johanneskreuz im Haardtgebirge, Ebrach im Steigerwalde, Altenfurth im Nünberger Reichswalde

und Aschaffenburg. Sie stehen unter der Leitung Ebermayer's. Zu ihnen kommt noch die gleichfalls von Ebermayer auf Wunsch des Grafen von Berchem in Prommenhof bei Kuttenplan in Böhmen im September 1868 errichtete forstlich-meteorologische Station, welche ihre Beobachtungen zu den bayerischen einsendet. Von diesen Stationen ist Duschelberg mit 2776 Fuß Erhebung überm Meere die höchste, Aschaffenburg, 400 F. und Altenfurth, 1000 Fuß, sind die niedrigsten.

An allen Punkten, mit Ausnahme von Aschaffenburg, ist eine Waldstation und eine Freistation errichtet, d. h. eine Beobachtungsstation auf einer der Waldstation benachbarten, nicht bewaldeten Fläche von übrigens möglichst gleicher Lage. Die Station Aschaffenburg liegt in einer geringen Entfernung von der Stadt in einem nach allen Seiten hin freien Garten. Auf den Freistationen werden die Lufttemperatur im Schatten und in der Sonne, der relative und absolute Feuchtigkeitsgehalt der Luft, der atmosphärische Ozongehalt, die Bodentemperatur an der Oberfläche, sowie in ½, 1, 2, 3 und 4 Fuß Tiefe, der Regen- und Schneefall, die Verdunstungsgröße eines mit Wasser gesättigten Bodens und die in 1, 2 und 4 Fuß Tiefe durch den Boden sickernde Wassermenge beobachtet. Die gleichen Beobachtungen, mit Ausnahme der Temperaturmessungen in der Sonne, werden auch an den Waldstationen angestellt, doch werden Temperatur und Ozongehalt der Luft hier nicht bloß in 5 Fuß Höhe über dem Boden, sondern auch in den Baumkronen ermittelt. Ferner wird hier die Temperatur im Innern der Bäume sowohl in Brusthöhe, als in den Baumkronen ermittelt; auch werden vergleichende Beobachtungen über den Einfluß der Streudecke auf die Verdunstung und Durchsickerung des Bodenwassers angestellt. Außerdem werden Barometerstand, Windrichtung und Windstärke, Bewölkung und Wolkenzug, sowie die Tage mit Regen, Schnee, Nebel, Thau, Reif und Frost notirt. Die Beobachtungen werden täglich zweimal, früh und abends, angestellt.

Ein Theil der gewonnenen Resultate ist nun im vorigen Jahre in einem Werke*) veröffentlich worden, aus welchem

*) Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden und seine klimatologische und hygienische Bedeutung, begründet

wir im Nachstehenden unseren Lesern einige der wichtigsten Ergebnisse auszugsweise vorführen.

Was zunächst die Temperatur des Bodens im Freien und im Walde anlangt, so tritt das Minimum der mittleren Monatstemperatur in den Schichten bis zu ein Fuß Tiefe einschließlich sowohl im Freien als im Walde im Monat Januar ein; nur an hochliegenden Orten tritt die kälteste Bodentemperatur in ein Fuß Tiefe erst im Februar ein. Von diesem Monate an beginnt in den oberen Schichten in der Regel eine Wärmezunahme, die durchgängig im Mai am größten ist, aber auch noch im Juni und Juli, allerdings nur in verhältnißmäßig geringem Grade, fortdauert, so daß das Maximum der Bodenwärme an den meisten Orten auf den Juli fällt. In hohen Lagen erreicht indessen die Bodenwärme erst im August ihr Maximum. Vom Juli, beziehentlich vom August an, nimmt die Bodentemperatur bis zum Januar, beziehentlich Februar, beständig ab.

Indessen ist die Temperaturveränderung in den verschiedenen Monaten sehr verschieden. Von großer Wichtigkeit für das Pflanzenleben ist jedenfalls der Umstand, daß im Mai die Temperaturzunahme im Boden am größten ist. Es erklärt sich dadurch die reiche, üppige Vegetation in diesem Monate. Dem Mai am nächsten kommt in dieser Hinsicht der April. Die geringste Zunahme der Temperatur dagegen findet in den heißesten Monaten statt, und zwar ist zu dieser Zeit die Temperatursteigerung in den unteren Bodenschichten größer als in den oberen. Ebenso ungleichmäßig ist die Wärmeabnahme vom Juli oder August an. Sie erfolgt am raschesten im October und November, und namentlich verringert sich in diesen Monaten die Wärme in den oberen Bodenschichten sehr rasch. Mit dieser raschen Wärmeabnahme und mit der verminderten Lichteinwirkung steht jedenfalls der um jene Zeit stattfindende Blattabfall, sowie überhaupt die verminderte Lebensthätigkeit der Pflanzen in innigem Zusammenhange. In den eigentlichen

---

durch die Beobachtungen der forstl.-meteorolog. Stationen im Königreich Bayern von Dr. E. Ebermayer, Professor an der kgl. bayer. Centralforstlehranstalt in Aschaffenburg. — Resultate der forstlichen Versuchsstationen im Königreich Bayern. I. Band. Aschaffenburg 1873.

Wintermonaten ist die Temperatur-Erniedrigung im Boden weit geringer als im Spätherbste.

Uebrigens ist die mittlere Jahrestemperatur des Bodens in verschiedenen, nicht zu bedeutenden, Tiefen nahezu gleich, mit einer nur geringen Abnahme von höchstens $^1/_2{}^0$ bei 4 Fuß Tiefe. Aber die mittlere Jahrestemperatur des Waldbodens ist durchschnittlich um $1^1/_2{}^0$ R geringer als die einer unbewaldeten Fläche.

Vergleicht man die Temperaturen verschiedener Tiefen in den einzelnen Jahreszeiten, so findet man im Frühling und Sommer die Bodentemperatur in den oberen Bodenschichten am höchsten, in der Tiefe geringer. Der Unterschied zwischen der Oberfläche und 4 Fuß Tiefe beträgt im Frühling im Walde etwa $1^3/_4{}^0$, im Freien $2^1/_2{}^0$. Im Sommer ist die Differenz im Wald wie im Freien etwa $3^1/_3{}^0$ R; es ist aber im Sommer der bewaldete Boden überhaupt um 3° 22 kälter als der nichtbewaldete, und die stärkste Differenz findet man in 2 Fuß Tiefe. Im Herbst und Winter nimmt umgekehrt die Bodentemperatur von oben nach unten hin zu, und zwar betrug bei den bayerischen Beobachtungen der Unterschied zwischen der Oberfläche und 4 Fuß Tiefe im Herbste im Freien 2° und im Walde 1°55, im Winter dagegen war die Zunahme im Freien 1° 87 und im Walde 1° 96. Uebrigens war im Winter die Bodentemperatur in 4 Fuß Tiefe fast eben dieselbe im Walde wie im Freien.

Wie wenden uns jetzt zur Temperatur der Luft im Freien und im Walde. Was zunächst die mittlere Jahrestemperatur der Luft anlangt, so ist dieselbe im Freien um $^1/_2$ bis $^3/_4{}^0$ R höher als im Walde; sie ist in den Baumkronen um etwa $^1/_2{}^0$ höher als 5 Fuß über dem Waldboden in geschlossenem Bestande, während sie gegen die mittlere Lufttemperatur auf freiem Gelände (5 Fuß überm Boden) um 0° 3 R zurückbleibt.

Im Sommer ist der Einfluß des Waldes nicht bloß auf die Boden-, sondern auch auf die Lufttemperatur am größten. Während jene im Sommer um 3° 22 größer ist im Freien als im Walde, beträgt dieser Unterschied bei der Lufttemperatur am Tage 1° 68. Im Frühjahr ist die mittlere Lufttemperatur im Walde um durchschnittlich 1° 02 niedriger

als im Freilande, und zwar zeigte sich diese Differenz in Laubholzbeständen geringer als in Nadelwald; im Herbste ist dieselbe nur etwa 1/2°. Ganz unbedeutend ist der Einfluß des Waldes auf die mittlere Luft- und Bodentemperatur im Winter, während man bisher die Ansicht hegte, daß der Wald im Winter eine höhere Temperatur besitze als das freie Feld. Ausrodung der Wälder würde daher im Sommer nicht bloß die Luft- sondern auch die Bodentemperatur wesentlich erhöhen, womit eine raschere Verdunstung des Wassers, also auch geringere Bodenfeuchtigkeit verbunden sein würde. Ausgedehnte Wälder bedingen daher kühlere Sommer, größere Bodenfeuchtigkeit und zahlreichere Quellen. Da die Wirkung der Wälder gerade in der heißesten Jahreszeit am stärksten auftritt, so muß sie für südliche Länder bedeutungsvoller sein als für nördliche.

Aus den oben erwähnten Temperaturverschiedenheiten der Luft im Walde und im Freien erklärt sich auch der stetige Luftstrom, der am Tage am Boden des Waldes nach dessen Peripherie hingeht, vom freien Felde aber sich wieder zurück zu den Baumkronen wendet. Nachts ist der Gang dieses Luftstromes ein anderer. Dann ist nämlich die Temperatur des Waldes höher als die des freien Landes. In Bayern ergab sich z. B. im Juli Mittags die Temperatur im Walde um 3°56 niedriger, Nachts aber 1°95 R höher als im Freien; im August Nachmittags 3°17 niedriger, Nachts 1°65 höher. Es wird daher Nachts die kühlere Luft vom freien Lande in den Wald strömen, wo sie sich erwärmt, emporsteigt und, nachdem sie sich an den durch Strahlung erkalteten Blättern abgekühlt hat, wieder abfließt.

Durch Messung der Temperatur im Innern der Waldbäume in Brusthöhe und in der Krone läßt sich die Summe der Wärme ermitteln, welche den Bäumen während der Vegetationsperiode (April bis einschließlich September) zugeführt wird. Ebermayer hat nach den Beobachtungen auf sechs bayerischen Stationen und drei im Jahre 1869 im Canton Bern errichteten diese Wärmesummen unter Angabe der Holzart tabellarisch verzeichnet. Es ergab sich die Wärmezufuhr am geringsten in Duschelberg (2776 F. Meereshöhe) und am größten in Ebrach (1172 F.), und überhaupt wird mit wachsender Meereshöhe die Wärmezufuhr geringer. Im Allgemeinen be-

darf eine und dieselbe Holzart nicht an allen Orten gleicher Wärmemengen; dagegen scheinen verschiedene an demselben Standorte wachsende Holzarten fast genau dieselben Wärmemengen aufzunehmen. Als Beispiel des Einflusses, den die Temperatur auf die Entwickelung einer und derselben Holzart übt, wird angeführt, daß die Eichen in Rohrbrunn (1467 Fuß Meereshöhe) bei einer Wärmeaufnahme von 2089° R sich kräftig entwickeln, während sie in Duschelberg bei einer Wärmesumme von 1645° R nur höchst kümmerlich fortkommen.

Ohne Zweifel würden Baumtemperatur-Beobachtungen, an sehr verschiedenen Orten mit den wichtigsten Waldbäumen angestellt, in Verbindung mit Holzuwachsberechnungen die nöthigen Unterlagen zur Feststellung des Einflusses der Temperatur auf das Wachsthum sowie des Anspruches der verschiedenen Holzarten an die Wärme geben.

Viel bedeutender als die thermischen Einwirkungen ist der Einfluß des Waldes auf Luft- und Bodenfeuchtigkeit. Zunächst ist zu bemerken, daß der absolute Feuchtigkeitsgehalt der Luft im Wald und im Freien im Ganzen derselbe zu sein scheint; aber die Waldluft ist relativ feuchter, als die Luft im Freien, jedenfalls eine Folge ihrer niedrigeren Temperatur. Mit wachsender Meereshöhe wird dieser Unterschied immer beträchtlicher.

In engem Zusammenhange mit der verschiedenen relativen Feuchtigkeit im Walde und im Freien steht auch die Wassermenge, welche bei einer gewissen Temperatur und einem gewissen Luftdrucke verdunstet. Aus den bayerischen Beobachtungen ergiebt sich, daß im Jahresmittel im Walde 64 Procent Wasser weniger verdunsten als im Freien. Merkwürdigerweise bleibt, trotz der wechselnden Temperatur, dieses Verhältniß fast in allen Jahreszeiten dasselbe. Es scheint daher, als wenn die Luftbewegung, welche im Walde viel geringer ist, als im Freien, einen bedeutenderen Einfluß auf die Verdunstung ausübe, als man bisher insgemein angenommen hat.

Von wesentlicherem Einfluß auf den Wasserreichthum einer Gegend und die Quellenbildung als die Verdunstung von freien Wasserflächen, ist die Verdunstung des Bodenwassers. Ebermayer berechnet aus seinen Beobachtungen, daß der Verlust

des Bodenwassers durch Verdunstung auf einem bayerischen Tagewerk (34,07272 Aren) während des Sommerhalbjahres

im Freien	56011	bayer. Cub.-Fuß,*)
= Walde ohne Streudecke	21822	= = =
= = mit =	8579	= = =

beträgt. Durch Entfernung der Streudecke würde demnach der Boden in einem geschlossenen Waldbestand auf einem Tagewerk im Laufe des Sommerhalbjahres in Folge gesteigerter Verdunstung durchschnittlich um 13243 bayer. Cub.-F. Wasser mehr verlieren, als vorher; bei vollständiger Entwaldung aber giebt das Tagewerk um 47432 Cub.-F. Wasser mehr ab als ursprünglich.

Ein recht anschauliches Bild von der Wirkung der Bewaldung und der Streudecke auf den Wasserreichthum einer Gegend entwirft Ebermayer in den Worten: „Nehmen wir die bestockte Gesammtwaldfläche des Spessart zu 100000 b. Tagwerken an, so würde nach vollständiger Abholzung der Boden durch Verdunstung im Sommerhalbjahr in Summa 4743,2 Mill. bayer. Cub.-F. Wasser mehr verlieren als jetzt. Da in Aschaffenburg der Main bei mittlerem Wasserstande (0 Pegel) 3050 Cub.-F. Wasser in der Secunde liefert, so würde obige Wassermenge, welche nach der Entholzung des Spessarts aus dem Boden verdunstet, jetzt aber durch Wald und Streudecke dem Boden erhalten bleibt, hinreichen den Main 18 Tage lang bei 0 Pegelstand und gleicher Geschwindigkeit zu erhalten.

Würde man der bewaldeten Fläche des Spessart bloß die Streudecke entziehen, so wäre damit ein Wasserverlust von 1324,3 Mill. Cub.-F. verbunden, ein Wassermenge die hinreichte um den Main bei mittlerem Wasserstande 5 Tage lang zu unterhalten.“

Daß die Regenmenge durch größere Waldmassen erheblich vergrößert wird, ist durch die bayerischen Beobachtungen aufs Neue nachgewiesen worden. In Rohrbrunn fielen im Durchschnitt der Jahre 1868—71 62 Procent Regen mehr als in dem nahe gelegenen Aschaffenburg; allerdings wurde ein Viertel der gefallenen Regenmenge durch die Baumkronen auf-

*) 1 bayer. Fuß = 0,2918 Meter, 1 bayer. Cub.-F. = 0,02485 Cub.-Meter.

gefangen und durch Verdunstung wieder der Luft zugeführt (Durchschnitt 1868—71 von allen Stationen), aber von den zu Boden gelangenden drei Vierteln verdunstet im Walde in der gleichen Zeit sechsmal weniger als im Freien und es gelangt also im Walde, dem seine Streudecke gelassen wird, eine viel größere Wassermenge in die tieferen Bodenschichten, als im Freien, ein für die Bildung der Quellen und den Wasserreichthum der Flüsse äußerst wichtiger Umstand.

Von großem Interesse sind endlich auch die Beobachtungen über den Ozongehalt der Luft im Walde und im Freien.

Der Ozongehalt der Luft steht in einem innigen Zusammenhange mit ihrem relativen Feuchtigkeitsgehalte, indem beide gleichzeitig wachsen. Man erkennt diesen Zusammenhang recht deutlich, wenn man sowohl von der relativen Luftfeuchtigkeit als vom Ozongehalt die monatlichen, oder besser noch die fünftägigen Mittelwerthe als Ordinaten aufträgt. Die beiden so erhaltenen Curven zeigen dann ein völlig übereinstimmendes Steigen und Fallen. Im Ganzen ist der Ozongehalt der Luft in den Frühlingsmonaten, März bis Mai, am größten, in den Herbstmonaten, September bis November, am schwächsten; im Sommer ist er, der Trockenheit der Luft wegen, geringer als im Winter. Indessen scheint der höchste und niedrigste durchschnittliche Ozongehalt in verschiedenen Jahren nicht immer auf dieselben Monate zu treffen. Der größeren Luftfeuchtigkeit entsprechend ist in der Regel der Ozongehalt der Luft Nachts größer als am Tage.

Die Windrichtung ist in sofern von Einfluß auf den Ozongehalt, als mit eintretender Aequatorialströmung nicht bloß die relative Luftfeuchtigkeit, sondern auch der Ozongehalt zunimmt, während bei herrschender Polarströmung, also bei hellem Himmel und trockener Luft, der Ozongehalt sinkt. Bei feuchtwarmer, regnerischer und stürmischer Witterung ist die Luft in der Regel sehr ozonreich, bei anhaltend trockenem und heißen Wetter ozonarm. Ganz frei von Ozon ist die Luft im Freien nur selten, in der Regel aber bei starkem Nebel, der im Spätherbst häufig auftritt. Nach voraus gegangenem Regen, dem Wärme folgt, ist die Luft meist ozonreich. Stürme sind meist von ozonreicher Luft begleitet, besonders bei gleichzeitigen Regen- oder Schnee-

fällen. Die sichtbaren elektrischen Entladungen bei Gewittern vermehren den Ozongehalt nur wenig, oft gar nicht.

Aber auch bei gleichen Witterungsverhältnissen ist der Ozongehalt an verschiedenen Orten verschieden. An Orten, wo sich leicht oxydirbare Substanzen finden, sei es in Form von Ausdünstungen von Sümpfen oder stehenden Gewässern, oder als Staub und Rauch von Fabriken 2c. wird der Ozongehalt vermindert. Erhöht wird der Ozongehalt durch die Nähe von Meeren, größeren Seen, feuchten Gebirgshöhen und durch die Gradirhäuser der Salinen. Auch die Beschaffenheit des Bodens, ob locker oder bindend, trocken oder feucht, ob mit organischen, namentlich thierischen Auswurfstoffen mehr oder weniger inficirt, übt, den bayerischen Beobachtungen zufolge, einen nicht unwesentlichen Einfluß auf den Ozongehalt der Luft aus. Daß die Meeresluft einen größeren Ozongehalt zeigt, als die im Innern der Continente hat namentlich Dr. Moffat auf einer Reise nach Indien nachgewiesen, auch Dr. Prestel in Emden hat den Einfluß größerer Seen constatirt und die mehrjährigen Beobachtungen am Starnberger See haben dies bestätigt. Ganz unzweifelhaft macht sich die Einwirkung der Nähe größerer Waldungen geltend. Die 6 bayerischen Waldstationen, auf freiem Felde inmitten größerer Waldgebiete gelegen, zeichnen sich gegenüber solchen Städten, die nicht in der Nähe größerer Waldungen liegen, durch auffallenden Ozonreichthum aus, wie folgende kleine Tabelle zeigt, die den mittleren Ozongehalt nach Schönbein's Scala zeigt (s. nächste Seite.)

Diese Beobachtungen lieferten auch noch einige Ergebnisse, welche mit den früher herrschenden Vorstellungen im Widerspruch stehen. Man war geneigt, die Blätter der Bäume als eine wichtige Ozonquelle zu betrachten. Nun zeigen die bayerischen Beobachtungen allerdings, daß im Walde der Ozongehalt vom Boden nach den Baumkronen hin zunimmt; allein dies erklärt sich dadurch, daß die anwesende Humusdecke des Waldes der Luft etwas Ozon entzieht. Dagegen stellte sich die Luft im Innern geschlossener Holzbestände stets als etwas ozonärmer heraus, als außerhalb derselben im freiem Felde, und wider alles Erwarten fand sich der Ozongehalt an sämmtlichen Waldstationen im Winter nicht geringer, sondern sogar größer, als im Sommer während der Vegetationszeit. Ebermayer schließt

Stationen	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahresmittel	Anzahl der Jahrgänge
Duschelberg im bayer. Wald	7.76	7.77	7.73	7.81	7.76	3
Seeshaupt am Starnb. See	9.04	8.65	8.95	8.78	8.85	3
Rohrbrunn im Spessart	8.11	7.99	8.42	8.50	8.25	3
Johanneskreuz im Haardtgebirg	8.25	8.35	8.90	8.65	8.57	3
Ebrach im Steigerwald	8.01	7.03	7.93	8.65	7.89	3
Altenfurth im Nürnb. Reichs-Wald	9.17	6.35	6.68	8.11	6.98	3
Gesammtmittel aus obigen Waldstationen*)	8.07	7.65	8.07	8.31	8.02	
Aschaffenburg	6.72	6.59	6.26	6.44	6.51	5
Leipzig**)	5.36	6.11	3.31	3.22	4.50	2
Zwickau	3.51	3.68	2.64	1.95	2.95	2
Greiz	1.59	2.83	1.67	1.11	1.80	1

daraus, daß die Belaubung des Waldes nicht zur Ozonerzeugung beiträgt, und daß der Wald wahrscheinlich nur in Folge seiner größeren Feuchtigkeit als Ozonquelle dient. Er weist dabei darauf hin, daß auch mehrfache andere Ozonbeobachtungen, direct an den Blättern verschiedener Pflanzen angestellt, sowie die Versuche von Belluci dafür sprechen, daß die grünen Pflanzentheile keinen ozonisirten Sauerstoff ausathmen.

Schönbeins Vermuthung, daß Nadelhölzer wegen ihres Terpentingehaltes eine reichere Ozonquelle bilden, als Laubhölzer, hat durch die bayerischen Beobachtungen keine Bestätigung gefunden; denn es konnte kein nennenswerther Unterschied zwischen dem Ozongehalte der Luft in Laub- und Nadelholzwaldungen nachgewiesen werden.

*) Die Beobachtungen begannen 1868.

**) Die Beobachtungen von Leipzig beziehen sich auf 1868 u. 69, die von Greiz auf 1869. S. Bruhns, Beob. der sächs. meteorolog. Stationen.

III.

Chemie und chemische Technologie.

Die Elemente und einige einfache Verbindungen derselben.

Chlor.

Chlorfabrication. Ueber die beiden Chlorgasgewinnungsprozeße von Weldon und Deacon (vgl. dieses Jahrb. Jahrgang: IV S. 294; VI S. 196; VII S. 299; VIII S. 257 und IX S. 237) sind einige bemerkenswerthe nähere Mittheilungen bekannt gemacht worden.

Das Weldon'sche Verfahren besteht bekanntlich darin, daß man aus der Manganchlorürlösung die bei der Chlorentwicklung aus Braunstein und Salzsäure entsteht, durch Zusetzen von Kalk und Einleiten von Luft immer wieder Mangansuperoxyd (Braunstein) erzeugt, also den Braunstein regenerirt. Das Produkt dieses Regnerationsprozeßes ist jedoch kein reines Mangansuperoxyd, sondern eine Verbindung von Mangansuperoxyd mit Kalk, sogenannter Calciummanganit. Bei der Zersetzung dieses Calciummanganits mit Salzsäure behufs neuer Entwicklung von Chlorgas, geht daher ein beträchtlicher Theil Salzsäure dadurch verloren, daß der Kalk des Calciummaganits in Chlorcalcium verwandelt wird, welches bei der nächstfolgenden Regneration als unverwerthbares Nebenprodukt

in Wegfall kommt, was immerhin als unvortheilhaft bezeichnet werden muß, da sehr große Mengen von Chlorcalciumlösungen entstehen. Weldon selbst hat, diesen Uebelstand erkennend, empfohlen Magnesia statt Kalk zur Regeneration des Braunsteins zu verwenden (vgl. Jahrg. VIII S. 260), in welchem Falle man statt der Chlorcalciumlösung, eine Chlormagnesiumlösung gewinnt, die sich immer wieder von Neuem zu Magnesia und Salzsäure zersetzen läßt, so daß bei diesem Verfahren in der That kein Abfallprodukt mehr entsteht, sondern alle bei diesem Prozeß zur Anwendung kommenden Substanzen beständig wieder regenerirbar sind und auch wirklich regenerirt werden. Zur Zeit scheint zwar die Regeneration des Braunsteins mit Magnesia statt mit Kalk in der Praxis noch wenig Beachtung gefunden zu haben, was wohl hauptsächlich dem Umstande zuzuschreiben ist, daß das Verfahren bei Anwendung von Magnesia bedeutend umständlicher ist, als bei Anwendung von Kalk, indem man die Chlormagnesiumhaltige Flüßigkeit eindampfen muß; auch erhält man bei Anwendung von Magnesia theilweise ein mit Stickstoff und Luft mehr oder weniger verunreinigtes Chlorgas. Wie Georges Lemoine mittheilt*) besteht das neue Weldon'sche Verfahren der Chlorentwicklung mit Anwendung von Magnesia in Folgendem: Wenn man das bei der Regneration mit Magnesia gewonnene Gemisch von Magnesia und Mangansuperoxyd (regenerirtem Braunstein) im Chlorgasentwicklungsapparate durch Salzsäure zersetzt, so entweicht reines Chlorgas und es bleibt eine Lösung von Manganchlorür und Chlormagnesium zurück. Um diese Lösung wieder nutzbar zu machen d. h. aus derselben wieder Mangansuperoxyd und Magnesia zu gewinnen, concentrirt man sie zunächst in einer offenen Pfanne, dampft dann die concentrirte Flüßigkeit in einer Art Muffel, die von oben erhitzt wird und wobei die Lösung mit der Flamme nicht in directe Berührung kommt bis zur Trockne ein und erhitzt (röstet) endlich die trockne Masse unter Zuleitung von Luft auf dem Heerde eines besonderen Ofens so lange, bis sie sich möglichst vollkommen in das ge-

*) Bulletin de la Société d' Encouragement, Juni 1873 S. 355; Polytechnisches Centralblatt 1873 S. 824; Dingl. polyt Journ. Bd. 209 v. 1873 S. 279.

wünschte Gemenge von Magnesia und Mangansuperoxyd verwandelt hat. Dieses noch mit etwas unzersetzt gebliebenem Manganchlorür verunreinigte Gemenge wird pulverisirt und im Chlorgasentwicklungsapparate wieder mit Salzsäure zusammengebracht. Es liefert nun wieder Chlor und als Rückstand bleibt wieder eine Lösung von Manganchlorür und Chlormagnesium, die von Neuem in der beschriebenen Weise eingedampft und behandelt wird. Dabei ist nun zu bemerken, daß sich beim Eindampfen der Lösung des Manganchlorürs und Chlormagnesiums gegen das Ende des Eindampfens, in Folge der theilweisen Zersetzung des Chlormagnesiums, Salzsäure entwickelt, welche in einem Thurme, durch den man Wasser fließen läßt verdichtet wird

Die eingedampfte Masse besteht aus einer Doppelverbindung von Chlormagnesium und Manganchlorür nebst etwas Magnesia, die aus demjenigen Theile des Chlormagnesiums entstanden ist, der sich während des Eindampfens unter Salzsäureentwicklung zersetzte. Wird sodann diese eingedampfte Masse auf dem Herde eines Ofens unter Zuleitung von Luft erhitzt resp. geröstet, so absorbirt dieselbe eine entsprechende Menge von Sauerstoff aus der Luft und indem hierbei sowohl aus dem Manganchlorür, als aus dem Chlormagnesium das Chlor frei wird und entweicht, entsteht Mangansuperoxyd aus ersterem, Magnesia aus letzterem, also jene Mischung oder Verbindung welche mit Salzsäure reines Chlorgas entwickelt und welche Weldon Magnesiamanganit nennt. Das bei diesem Röstprozeße frei werdende Chlorgas vermengt sich mit dem Stickstoff der Luft, welche ihren Sauerstoff zur Oxydation der Chloride abgegeben hat und entweicht zugleich mit der überschüßig zugeleiteten Luft. Man kann dieses verdünnte Chlorgas entweder ohne weiteres behufs der Chlorkalkfabrikation auf Kalkhydrat wirken lassen, ähnlich, wie dies mit dem beim Deacon'schen Verfahren dargestellten verdünnten Chlorgase geschieht, oder man kann auch wie Weldon empfiehlt dieses verdünnte Chlorgas in Kalkmilch leiten, welche dasselbe unter Bildung von Chlorkalk absorbirt und kann dann durch Zersetzung der so erhaltenen Chlorkalkmilch mit Salzsäure, concentrirtes Chlorgas erzeugen. Hiernach gebraucht man also zur Chlorgasproduction nur Salzsäure und Brennmaterial, sowie, falls man das verdünnte Chlorgas concentriren will, etwas

Kalk. Es ist also möglich Ersparnisse zu erzielen, die je nach den bestehenden Preisen für Salzsäure und Brennmaterial mehr oder weniger hoch sich beziffern.

Unzweifelhaft sind die Bestrebungen Weldon's, die Chlorerzeugung aus Braunstein durch eine derartige Regeneration der Materialien zu einer möglichst rationellen Fabrikationsmethode umzugestalten sehr verdienstvoll; sie sind praktisch ausführbar und man erzielt damit bedeutende Ersparnisse. Diese erfolgreichen Bestrebungen würden unbedingt eine noch weit größere Anerkennung finden, hätte nicht das Interesse für dieselben durch mehrfache auf denselben Gegenstand bezügliche Arbeiten Anderer eine wesentliche Verminderung erlitten. In erster Linie hat das Deacon'sche Verfahren der Chlorgaserzeugung ohne Braunstein die Aufmerksamkeit der Industriellen in hohem Grade erregt und von dem Weldon'schen Regenerationsprozeße abgelenkt; dann hat man anderntheils die Ueberzeugung gewonnen, daß sich die Manganchlorürlösung, welche bei der Chlorgasbereitung aus Braunstein und Salzsäure zurückbleibt direct mit Vortheil technisch verwenden läßt. In Frankreich z. B. beschäftigt man sich gegenwärtig eifrig mit Versuchen, um diese Manganlösung in der Metallurgie zur Erzeugung des jetzt so gesuchten und für die Stahlfabrikation so werthvollen manganreichen Eisens verwendbar zu machen; an anderen Orten beginnt man die Manganlösung nach dem von Fr. Kuhlmann, Fabrikant in Lille zuerst empfohlenen Verfahren zur Fabrikation von Chlorbaryum zu verwenden indem man natürlichen Schwerspath mit der Manganchlorürlösung und mit Holzkohle innig mischt, die Mischung trocknet und glüht, wobei Chlorbaryum und Schwefelmangan entstehen, so daß man nur nöthig hat die geglühte Masse mit Wasser auszuziehen, um das Chlorbaryum zu gewinnen. — Auch hat Kuhlmann in neuester Zeit*) darauf hingewiesen, daß wenn man mit Luft gemischtes Stickoxydgas zu dem durch Kalk aus der Manganchlorürlösung niedergeschlagenen Manganoxydulhydrat leitet, das Stickoxyd resp. die bei Berührung des Stickoxydes mit der Luft entstandene salpe-

*) Nach einer Mittheilung von Beilstein in seiner sehr empfehlenswerthen Schrift: „Die chemische Großindustrie auf der Weltausstellung zu Wien im Jahre 1873" (Leipzig bei Quandt & Händel) auf Seite 42.

trige Säure in der Art oxydirt wird, daß es in Salpetersäure übergeht, die sich mit dem Manganoxydul zu salpetersaurem Manganoxydul vereinigt. Erhitzt man das durch Eindampfen der dabei entstandenen Lösung gewonnene salpetersaure Manganoxydul auf 200° C., so zersetzt es sich zu salpetriger Säure, welche von Neuem mit Luft gemischt zu Manganoxydul geleitet, somit zur Bildung einer neuen Menge von salpetersaurem Manganoxydul verwendet wird und als Rückstand der Zersetzung des salpetersauren Manganoxyduls auf 200° C. bleibt reines Mangansuperoxyd. Dieser Prozeß der Regeneration ist überraschend einfach und dürfte, wenn sich demselben nicht besondere praktische Schwierigkeiten entgegenstellen, worüber fernere Mittheilungen zu erwarten sind, dem Weldon'schen Verfahren eine bedeutende Concurrenz bereiten.

Das Deacon'sche Verfahren besteht bekanntlich darin, daß man ein Gemisch von Salzsäure und Luft über mit schwefelsaurem Kupferoxyd imprägnirte, bis auf etwa 400° C erhitzte Thonkugeln leitet, wobei unter Mitwirkung des schwefelsauren Kupferoxydes der Sauerstoff der Luft mit dem Wasserstoff der Salzsäure zu Wasser in Verbindung tritt, während das Chlor der Salzsäure frei wird und gemengt mit Stickstoffgas und überschüssiger atmosphärischer Luft entweicht. Man kann also nach diesem Verfahren nur stark verdünntes Chlorgas zur Chlorkalkfabrikation und Darstellung von chlorsaurem Kali gewinnen. Nach Georges Lemoine*) wird dieser Prozeß in folgender Weise ausgeführt: Zunächst wird das Gemenge von Salzsäuregas und Luft in dem sogenannten Erhitzungsapparate (réchauffeur) erhitzt. Zur Erhitzung dient ein seitwärts angebrachter Heerd, während das Gas selbst in U-förmigen Röhren circulirt. Aus dem Erhitzungsapparate strömt das Gasgemenge in den sogenannten Regulator, welcher den Zweck hat seine Temperatur möglichst gleichmäßig auf die Temperatur von 400° C. zu bringen und aus einer Masse von Ziegeln besteht, die in einer fast würfelförmigen Kammer aufgeschichtet sind. Die Kammer selbst wird durch einen besonderen Heerd erhitzt. Das entsprechend erhitzte Gasgemenge gelangt nun in

*) Annales des mines 1873 p. 5; Polytechnisches Centralblatt 1873 S. 960; Dingl. Journ. Bd. 209 S. 443.

den Zersetzungsapparat (décomposeur), in welchem die oben erörterte chemische Einwirkung von Statten geht. Der Apparat besteht aus 8—10 Kammern von Eisenblech; jede Kammer ist 3—4 Meter hoch, circa 1,2 Meter lang und breit und mit Thonkugeln von circa 15 Millim. Durchmesser, die mit einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd getränkt worden, gefüllt. Dieser Zersetzungsapparat wird durch 2 seitwärts befindliche Heerde erhitzt; steigt die Temperatur zu hoch, so kann man jede Kammer für sich abkühlen, indem man durch ein in der Mitte derselben angebrachtes Rohr, kalte Luft strömen läßt. Dem aus der Zersetzungskammer entweichenden Chlorgas entzieht man durch Condensatoren das unzersetzt mit durchgegangene Salzsäuregas nebst einem Theile des gebildeten Wasserdampfes und durch Chlorcalcium und Schwefelsäure alles Wasser. Man kann nun das Chlorgas den Chlorkalkkammern zuführen, welche verhältnißmäßig sehr groß sein müssen. Um aber das Salzsäuregas und die Luft zur Bewegung durch alle diese untereinander zusammenhängenden Apparate zu veranlassen, befindet sich am Ende der Chlorkalkkammer ein Aspirator.

Wie aus diesen kurzen Mittheilungen erhellt, sind zur Chlorfabrikation nach Deacon sehr geräumige Apparate erforderlich, dagegen liegt ein außerordentlicher Vorzug des Verfahrens darin, daß man keinen Braunstein gebraucht und nicht nöthig hat, die durch Zersetzung von Kochsalz mit Schwefelsäure entwickelten Salzsäuredämpfe erst zu Salzsäure zu condensiren. Auch glaubt man allgemein, daß das Verfahren noch vieler Verbesserungen fähig sein wird.

Chlorkalk (Bleichkalk).

Noch immer gehen die Ansichten über das Wesen oder die chemische Constitution des Chlorkalks auseinander. Im Anschlusse an unsere Mittheilungen hierüber in diesem Jahrbuche Jahrg. V v. 1869 S. 258 u. Jahrg. IX v. 1873 S. 240, weisen wir zunächst auf die von C. Göpner*) über das Wesen des Chlorkalks ausgeführten Versuche hin. Göpner hat sich zunächst zur Aufgabe gestellt zu ermitteln, wie es kömmt, daß die Bleichkalke aller Darstellungen in ihrem Bestande von einander abwei-

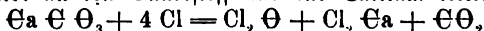
*) Dingl. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 204.

chen und daß alle Bleichkalke wechselnde Mengen von Chlorcalcium und Aetzkalk enthalten, deren Ursprung und Bedeutung unsicher ist. Es ist eine durch die Praxis festgestellte Thatsache, daß selbst bei Einhaltung derselben Vorschrift und überhaupt bei ganz gleichem Verfahren niemals identische Produkte gewonnen werden. Die Abweichungen in dem chemischen Bestande des Bleichkalks verschiedener Darstellungen stellen sich in der Hauptsache als Schwankungen in dem Verhältnisse des absoluten Gehaltes an Chlor zu dem Gehalte an bleichendem Chlor und zu dem Gehalte an Kalkhydrat dar. Das ständige Auftreten von Chlorcalcium und Kalkhydrat im Bleichkalk scheint darauf hinzudeuten, daß diese beiden Verbindungen mit der Bildung des Chlorkalks in innerer Ursachenverbindung stehen, daß sie constituirender Natur sind; dagegen liegt in den nicht minder ständigen Schwankungen in dem Betrage derselben, in dem Mangel an festen Gewichtsverhältnissen — nicht blos zu dem Gehalte an bleichendem Chlor, sondern auch unter sich — eine eben so starke Hinweisung auf eine äußerliche Ursache, auf etwas zufälliges in ihrer Erscheinung. Die Muthmaßung, daß die beiden Bestandtheile, Chlorcalcium und Kalkhydrat, eher zufällige Gemengtheile als constituirende Bestandtheile des Chlorkalks sind, findet schon in der von Dr. Ad. Rose in Schöningen beobachteten Thatsache eine Stütze, daß man nur dann einen brauchbaren Chlorkalk gewinnt, wenn der gelöschte Kalk, den man behufs der Chlorkalkgewinnung mit Chlor sättigen will, einen gewissen Betrag (etwa 8 Prozent) ungebundenes, also freies Wasser enthält. (Absolut trockener Kalk und Chlor sind ganz ohne Wirkung aufeinander). In diesem Feuchtigkeitszustande absorbirt aber das Kalkhydrat nicht allein das Chlorgas mit Begierde, sondern es zieht auch mit großer Energie Kohlensäure aus der Luft an. Wenn man daher, wie dies in der Fabrikpraxis üblich ist, den Kalk in größerem Vorrath löscht und in solchem Vorrath nicht in luftdicht verschlossenen Gefäßen, sondern nur in hölzernen Kästen aufbewahrt, so wird der vorräthige Kalk von Beschickung zu Beschickung immer reicher an Carbonat in die Kammern gelangen; man arbeitet also nicht mit reinem Kalkhydrat, sondern mit einem Gemenge von solchem und von Kalkcarbonat (kohlensaurem Kalk), in wechselnden Verhältnissen und man kann

sich der Folgerung nicht entziehen, daß das Vorhandensein von Carbonat in dem Hydrat des Kalks zu den Ursachen jener Schwankungen zu rechnen sei. — Außerdem enthalten viele Braunsteine Carbonate der Erden und des Eisens, deren Kohlensäure sich gleich zu Anfang bei der ersten Berührung des Braunsteins mit der Salzsäure entwickelt und zur Bildung von Kalkcarbonat im Beginn der Darstellung von Bleichkalk Veranlassung giebt.

Eine zweite hierher gehörende Beobachtung ist wie Göpner mittheilt im chemisch-technischen Laboratorium des Collegium Carolinum zu Braunschweig gemacht und verfolgt worden, nämlich die Beobachtung, daß bei der üblichen Entwickelung von Chlor aus Salzsäure und Braunstein, stets gasförmige Chlorwasserstoffsäure in dem Chlorstrom enthalten und durch keines der gewöhnlichen Mittel vollständig wegzuschaffen ist, wie durch Waschflaschen mit Wasser, Röhren mit Chlorcalcium, fußlange mit Braunstein gefüllte Röhren. Bei der Fabrikation des Chlorkalks im Großen begnügt man sich meist, zwischen den Chlorentwickler und die Kalkkammer ein einfaches Gefäß zur Aufnahme der durch Abkühlung niedergeschlagenen Flüssigkeit einzuschalten; das mag zur Kühlung des Chlorgases hinreichen, aber sicherlich nicht zur Entfernung der das Chlorgas begleitenden Salzsäuredämpfe und des gasförmigen Chlorwasserstoffes. Man leitet also in Wirklichkeit nicht reines Chlor, sondern ein Gemenge von viel Chlor mit geringeren wechselnden Mengen Chlorwasserstoff auf den Kalk. Dieser Chlorwasserstoff kann nicht ohne Einfluß auf das Produkt bleiben, sondern giebt die Veranlassung zur Bildung von Chlorcalcium.

Göpner hat zunächst das Verhalten des kohlensauren Kalks zum Chlorgase einer näheren Prüfung unterzogen und gefunden, daß wenn man Chlorgas über genügend befeuchteten gepulverten kohlensauren Kalk leitet, dieser zwar zersetzt wird, indem die Kohlensäure entweicht, während gleiche Antheile von Chlor an den Sauerstoff und das Calcium treten



$$\text{Ca}\,\text{C}\,\text{O}_3 + 4\,\text{Cl} = \text{Cl}_2\,\text{O} + \text{Cl}_2\,\text{Ca} + \text{C}\text{O}_2$$

sodaß sich also hierbei Chlorcalcium bildet, daß aber die Reaction keine sehr energische ist. Göpner hat ferner nachgewiesen, daß wenn man von anhaftendem Chlorwasserstoff möglichst befreites Chlorgas auf völlig kohlensäurefreies Kalk-

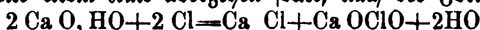
hydrat leitet, man einen Chlorkalk erhält, der im Ganzen 40,7 Proc. Chlor enthält, wovon 37,9 Proc. bleichendes und nur 2,8 Proc. unwirksames, auf das im Produkt enthaltene Chlorcalcium kommendes Chlor sind und daß wenn man zur Chlorentwickelung einen behufs Entfernung vorhandener Carbonate mit Salpetersäure behandelten Braunstein anwendet, der erzeugte Chlorkalk sogar nur etwa 1,23 Proc. unwirksames Chlor enthält, so daß also ungefähr die Hälfte der beim ersten Versuche gefundenen 2,8 Proc. Chlor der Bildung von Chlorcalcium durch den Einfluß von aus dem Braunstein herrührender Kohlensäure zugeschrieben werden muß. Daß bei Vorhandensein von Kohlensäure, beim Sättigen des Kalks mit Chlor, die Bildung von Chlorcalcium in der That veranlaßt wird, ergab sich durch das Resultat eines Versuches, bei welchem Göpner eine innige Mischung von reinem Kalkhydrat und kohlensaurem Kalk mit überschüssigem Chlor sättigte. Der hierbei gewonnene Chlorkalk enthielt im Ganzen 30,88 Proc. Chlor, wovon jedoch nur 23,05 Procente wirksames Chlor waren, mithin 7,83 Proc. Chlor auf vorhandenes Chlorcalcium zu rechnen sind.

Eine noch einflußreichere Quelle für die Bildung von Chlorcalcium und zugleich ein hochwichtiger Schlüssel für die Natur des Produktes der Chlorkalkfabrikation ist nach Göpner der schon erwähnte Gehalt des Chlorgases an Chlorwasserstoff. Wenn man aber in Betracht zieht, daß feuchtes Kalkhydrat durch Chlorwasserstoffgas mit großer Energie angegriffen und in Chlorcalcium übergeführt wird, so muß die Thatsache, daß jeder Chlorkalk noch beträchtliche Mengen, oft bis zu 30 Proc. unzersetztes Kalkhydrat enthält, in hohem Grade überraschen; denn wenn das Chlorgas chlorwasserstoffhaltig ist, so liegt es nahe zu erwarten, daß dieser Chlorwasserstoff allen überschüssigen Kalk in Chlorcalcium verwandelt. Göpner hat jedoch gefunden, daß sich gelöschter und etwas feuchter, sonst aber ganz lockerer Kalk in Berührung mit Chlorwasserstoffgas in eine steinharte, weiße, äußerlich feuchte Masse verwandelt, welche sich im Wasser unter Hinterlassung eines weißen Bodensatzes auflöst und daß dieser weiße Bodensatz aus unzersetztem Kalkhydrat besteht. Dieser auffallende Umstand läßt sich nur dadurch erklären, daß sich das Kalkhydrat in

Berührung mit Chlorwasserstoff zusammenballt und daß die hierbei äußerlich entstehende Chlorcalciumkruste die immer noch unverändert gebliebenen Theile von Kalkhydrat vor der Einwirkung des Chlorwasserstoffes schützt. Bei der Chlorkalkbereitung findet dasselbe statt, mit dem Unterschiede jedoch, daß der Chlorwasserstoff hier nur in verhältnißmäßig geringer Menge, resp. in großer Verdünnung zur Wirkung gelangt, also in gleicher Zeit weniger tief gehend wirkt, als reines oder concentrirtes Chlorwasserstoffgas. Es wird daher bei der Darstellung des Bleichkalkes das gebildete Chlorcalcium nicht nur der Wirkung des Chlorwasserstoffes, sondern auch des Chlors ein großes Hinderniß bieten und zuletzt eine Grenze setzen. Das Kalkhydrat, welches der trockene Bleichkalk stets mit sich führt, ist nun derjenige Antheil des in Arbeit genommenen Kalks, der hinter jener Mauer von Chlorcalcium Schutz gefunden hat. Leitet man Chlorgas in Kalkmilch, so bleibt keine Spur von Kalkhydrat unzersetzt, weil sich alles entstehende Chlorcalcium in dem vorhandenen Wasser auflöst.

Um über die eigentliche chemische Zusammensetzung des Chlorkalks zu einem entscheidenden Resultate zu gelangen und namentlich die immer noch nicht völlig entschiedene Streitfrage, ob, wie die meisten Chemiker annehmen, der Chlorkalk seine bleichende Wirkung einem Gehalte an unterchloriger Säure verdanke oder nicht, zu entscheiden, hat Göpner namentlich das Verhalten des Chlorkalks gegen Mineralsäuren einer sorgfältigen Prüfung unterzogen und ist hierbei zu dem überraschenden Resultate gelangt, daß die in allen Lehrbüchern der Chemie wiederholte Angabe, nach welcher man unterchlorige Säure gewinnen soll, wenn man Bleichkalk mit einer zur völligen Zersetzung nicht ausreichenden Menge von Mineralsäure erwärmt, resp. destillirt, durchaus unrichtig ist. Göpner hat mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß der Chlorkalk mit Mineralsäuren nur reines Chlorgas aber keine unterchlorige Säure entwickelt, daß mithin im Chlorkalk überhaupt kein unterchlorigsaurer Kalk enthalten sein kann. Nach der herkömmlichen Erklärung der Zersetzung des Chlorkalks durch Säuren sollen bei hinreichendem oder überschüssigem Zusatze einer Mineralsäure zum Chlorkalk zugleich Chlorwas-

serstoff und unterchlorige Säure frei werden, die sich gegenseitig zu Chlor und Wasser zersetzen. Mit dem Nichtvorhandensein der unterchlorigen Säure fällt selbstverständlich auch die Möglichkeit des Freiwerdens von Chlor auf diesem Wege weg. Nach der bisherigen Annahme wirkt das Chlor auf 2 Atome Kalk ein und verwandelt das eine Atom in Chlorcalcium, während dessen Sauerstoff, zur Bildung von unterchloriger Säure mit einem andern Atom Chlor verwendet, auf das zweite Atom Kalk übergehen sollte, nach der Formel:



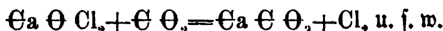
$$2\,CaO, HO + 2\,Cl = Ca\,Cl + Ca\,OClO + 2HO$$

Nach dieser Vorstellung ist bei Ueberschuß von Mineralsäure nicht nur das Chlor, sondern auch der Sauerstoff der unterchlorigen Säure wirksam und zwar letzterer insofern, als er den aus dem Chlorcalcium frei werdenden Chlorwasserstoff in Wasser und Chlor umsetzt. Auch das Chlorcalcium sollte also hiernach ein bei der Chlorentwicklung mit in Wirksamkeit tretender Bestandtheil des Bleichkalks sein. Enthält der Bleichkalk nach den gelieferten Nachweisen keine unterchlorige Säure, so muß diese Vorstellung fallen und der Bleichkalk oder Chlorkalk kann nach Göpner nur wie bereits mehrere Chemiker annehmen, das Produkt einer directen Aufnahme des Chlors durch den Kalk des Kalkhydrates, also nach der gegenwärtig üblichen Bezeichnung „$Ca\,O\,Cl_2$" sein. Das Chlorcalcium, welches sich in jedem Chlorkalk findet ist wie Göpner überzeugend dargethan hat, keineswegs ein mit der Bildung des Chlorkalkes nothwendig entstehendes Produkt, sondern seinem ganzen Betrage nach, ebenso wie das Kalkhydrat ein von äußeren Ursachen herrührender zufälliger und wechselnder Gemengtheil. Der Vorgang bei der Zersetzung der bleichenden Verbindung des Chlorkalks durch Mineralsäuren, besteht nach Göpner in einer einfachen Abscheidung von Chlor, unter Bildung des entsprechenden Kalksalzes, z. B.



$$Ca\,O\,Cl_2 + S\,O_4\,H_2 = S\,O_4\,Ca + Cl_2 + O\,H_2$$

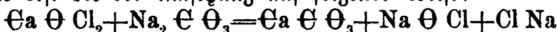
oder



$$Ca\,O\,Cl_2 + C\,O_2 = Ca\,C\,O_3 + Cl_2 \text{ u. s. w.}$$

Bekanntlich erhält man durch Versetzen einer Chlorkalklösung mit einer Lösung von kohlensaurem Natron, einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk und eine bleichende Flüssigkeit, welche unterchlorige Säure enthält, und identisch ist mit dem

Producte der directen Einwirkung von Chlorgas auf aufgelöstes kohlensaures Natron. Die unterchlorige Säure — in dem Bleichkalk nicht vorhanden — entsteht nach Göpner in diesem Falle erst bei der Umsetzung auf folgende Weise:



$$\mathrm{Ca\,O\,Cl_2 + Na_2\,C\,O_3 = Ca\,C\,O_3 + Na\,O\,Cl + Cl\,Na}$$

Hieraus geht daher mit Bestimmtheit hervor, daß die Bleichsalze der Alkalien (Chlornatron, Chlorkali) keine dem Chlorkalk analoge Verbindungen, sondern wirkliche unterchlorigsaure Salze sind.

Noch macht Göpner darauf aufmerksam, daß bisher die Empfindlichkeit des Chlorkalks gegen Temperaturerhöhung sehr überschätzt worden ist. So gab Berzelius als Grenze, welche ohne Gefahr der Zersetzung nicht überschritten werden darf 18° C an, aber Bobierre zeigte schon, daß eine bei der Bildung des Bleichkalks eingetretene Erhitzung auf 50° C. das Präparat nicht nachweisbar gefährdet. Auch verliert eine mäßige Lösung des Chlorkalks durch Sieden erst nach längerer Zeit die Eigenschaft zu bleichen.

Auch C. Richters und G. Juncker in Saarau*) haben den Chlorkalk zum Gegenstande gründlichster Studien gewählt, wobei sie theilweise zu Resultaten gekommen sind, die von denen Göpners etwas abweichen. Darin stimmen die Genannten mit Göpner überein, daß in frisch bereitetem Chlorkalk unterchlorigsaurer Kalk und Chlorcalcium als constituirende Bestandtheile **nicht** zugegen sind; dagegen haben sie nachgewiesen, daß wenn man den Chlorkalk in Wasser auflöst, eine Zersetzung der im trockenen Chlorkalk enthaltenen bleichenden Verbindung unter Mitwirkung der Bestandtheile des Wassers eintritt, wobei Chlorcalcium und unterchlorigsaurer Kalk als Produkte dieser Zersetzung entstehen und sich im Wasser aufgelöst finden.

R. und J. anerkennen zwar die Richtigkeit der Angabe Göpners, daß sich bei der Chlorkalkbereitung Chlorcalcium bilde, weil das Chlorgas nie ganz frei von beigemischtem Chlorwasserstoffgase sei und weil der das Kalkhydrat verunreinigende kohlensaure Kalk bei der Einwirkung des Chlorgases theilweise in Chlorcalcium übergehe; dagegen bezeichnen R. und J. den Um=

*) Dingl. Journal Bd. 211 v. 1874 S. 31.

stand, daß Göpner mit Chlorkalksorten operirt habe, welche 14 Proc. und mehr Chlorcalcium enthielten, als einen für die Auffaßung Göpners verhängnißvollen Zufall, indem ein so hoher Gehalt an Chlorcalcium sicher nur in mißrathenen oder in der Zersetzung begriffenen Fabrikaten anzutreffen sei. In einem fabrikmäßig dargestellten, frisch aus den Kammern genommenen, normalen und unzersetzten Chlorkalk, der bis zur vollständigen Sättigung mit Chlor behandelt worden, erreiche der Gehalt an freiem Chlorcalcium nur selten 2 Proc., sei sogar gewöhnlich geringer. Außerdem sind nach R. und J. die von Göpner mitgetheilten Ursachen der Bildung des Chlorcalcium nicht die einzigen. Es entstehe auch dadurch etwas Chlorcalcium, daß sich in Folge vorhandener Feuchtigkeit schon bei der Sättigung des Kalkhydrats mit Chlor anfangs etwas von der bleichenden Verbindung zu unterchlorigsaurem Kalk und Chlorcalcium zersetze und eine neue Menge von Chlorcalcium bilde sich ferner dadurch, daß bei vollständiger Sättigung mit Chlor der anfangs entstandene unterchlorigsaure Kalk eine fernere Zersetzung zu chlorsaürem Kalk und Chlorcalcium erleide. Man finde daher in der That fast in jedem Chlorkalk, selbst in ganz frisch bereitetem, kleine Mengen von chlorsaurem Kalk und diese Mengen werden um so bedeutender, je älter ein Chlorkalk ist; ihre Zunahme scheine gleichen Schritt zu halten mit der sogenannten Zersetzung des Chlorkalks, die namentlich dann eintritt, wenn derselbe längere Zeit in feuchter Luft aufbewahrt wird.

Zur Erörterung der in höchstem Grade eigenthümlichen und interessanten Thatsache übergehend, daß durch einen auch noch so großen Ueberschuß von Chlor doch nicht alles Kalkhydrat in die bleichende Verbindung übergeführt werden kann, daß vielmehr jeder Chlorkalk eine größere oder geringere Menge von Kalkhydrat im freien Zustande enthält, stimmen R. und J. zwar insofern mit Göpner überein, als sie ebenfalls die Annahme, daß der betreffende Kalk mit dem Chlorcalcium oder der bleichenden Substanz des Chlorkalks selbst in Verbindung trete und dadurch der Einwirkung des Chlors entzogen werde, verwerfen; doch bezeichnen R. und J. die von Göpner gegebene Erklärung dieser Thatsache, wonach das sich bildende Chlorcalcium einen Theil des Kalkhydrats umhülle und dadurch das Chlorgas ver-

hindere darauf einzuwirken (s. oben S. 229/230) als unrichtig. Göpner habe selbst gefunden, daß bei Behandlung von Kalkhydrat mit Chlorwasserstoffgas, trotzdem daß sich das Kalkhydrat dabei in eine steinharte Masse verwandelt habe, doch volle 58 Proc. des Kalkhydrats in Chlorcalcium (87 Gew. Thle.) sich umwandelten; es mußten sich also hier erst 87 Thle. Chlorcalcium bilden, um die übrigen 42 Proc. Kalkhydrat vor der ferneren Einwirkung des Chlorwasserstoffgases zu schützen. Der frisch bereitete Chlorkalk erscheine nicht hart oder zusammengeballt, sondern sei ein trockenes Pulver, welches beim Schütteln stäubt und sich erst an der Luft allmählig zusammenballt; auch enthalte richtig bereiteter Chlorkalk selten mehr als ein Proc. Chlorcalcium. Eine Umhüllung der im Chlorkalk vorkommenden circa 20 Proc. unzersetztem Kalkhydrat durch nur ein Proc. Chlorcalcium in dieser trocken pulverigen Masse sei eine Unmöglichkeit. Der Grund des Vorkommens von unzersetztem Kalkhydrat im Chlorkalk sei in der zuerst durch Graham ermittelten Thatsache (vgl. Jahrg. V v. 1869 S. 261) zu suchen, daß ein von Feuchtigkeit vollkommen freies Kalkhydrat von Chlor nicht im geringsten angegriffen wird und sich deshalb auch nicht in Chlorkalk verwandeln läßt. Das zur Chlorkalkfabrikation dienende Kalkhydrat enthalte kaum mehr als 1—2 Proc. freies Wasser, also nicht 8 Proc. wie Göpner annehme; ein so feuchter Kalk wäre zur Chlorkalkfabrikation unbrauchbar. Leitet man nach R. und J. über lufttrockenes Kalkhydrat von 1,25 Proc. Feuchtigkeitsgehalt, getrocknetes und von seinem Chlorwasserstoffgehalt befreites Chlorgas, so absorbirt dasselbe 30,4 Proc. des Chlors; vermischt man gleiches Kalkhydrat vorher mit 1, 2, 3, 4 und 5 Proc. fein geriebenem, vorher bei 160° C. getrocknetem Chlorcalcium und leitet dann trockenes Chlorgas zu so absorbirt das Gemisch:

mit	1	Proc.	Chlorcalcium	nur	noch	27,1	Proc. Chlor.
„	2	„	„	„	„	25,2	„ „
„	3	„	„	„	„	24,0	„ „
„	4	„	„	„	„	24,0	„ „
„	5	„	„	„	„	0,5	„ „

Der Zusatz von 5 Proc. Chlorcalcium ist demnach hinreichend, um die Absorptionsfähigkeit des Kalkhydrates für Chlor so gut wie vollständig aufzuheben, doch geschieht dies nach R.

und J. nicht wie Göpner glaubt in Folge davon, daß das Chlorcalcium das Kalkhydrat umhüllt, sondern lediglich weil das Chlorcalcium alle vorhandene Feuchtigkeit absorbirt, also das Kalkhydrat völlig austrocknet und dadurch zur Aufnahme von Chlor unfähig macht. Die beiden Körper die vollkommen trocken zusammengemischt worden sind, können nur nebeneinanderliegend gedacht werden und die Absorptionsfähigkeit des Kalks für Chlor hört daher auch mit einemmal vollständig auf, sobald soviel Chlorcalcium zugemischt worden ist, daß dadurch jede Spur von Feuchtigkeit absorbirt werden kann. R. und J. betrachten jedoch im Allgemeinen nicht das im Chlorkalk nebenbei sich bildende Chlorcalcium als die Ursache des Vorkommens oder Verbleibens von unzersetztem Kalkhydrat in dem Chlorkalk, sondern sie glauben, daß in der von ihnen nachgewiesenen wasseranziehenden Kraft der entstehenden bleichenden Verbindung selbst zunächst der wirksame Grund zu suchen sein wird, daß sich ein Theil des Kalkhydrates — wegen Mangel an Feuchtigkeit — der Einwirkung des Chlors entzieht.

Jod.

Nach Beilstein*) hatte der Verein französischer Jodfabrikanten auf der Wiener Weltausstellung eine interessante Collectiv-Ausstellung der Produkte der Jodfabrikation veranstaltet. Dieser Verein besteht aus 9 Firmen, welche zusammen jährlich 12000 Tonnen (= 240000 Centr.) roher Varechsoda (aus 4,080,000 Centr. grüner Meerpflanzen gewonnen) verarbeiten und daraus erzeugen: 48000 Centr. Salpeter; 40000 Ctr. Chlorkalium; 36000 Ctr. Kochsalz; 14400 Centr. schwefelsaures Kali; 2400 Ctr. Glaubersalz; 800 Ctr. reines Jod; 80 Ctr. Brom und 240 Ctr. Schwefel. Der nach dem Auslaugen bleibende Rückstand (90000 Hect.) enthält auf 100 Thl. Trockensubstanz: 22,4 Thl. kohlensauren Kalk und 9,4 Thl. phosphorsauren Kalk und wird als Düngemittel benutzt. Die bedeutendste der 9 Firmen ist Tissier et fils in Conquet

*) Die chemische Großindustrie auf der Weltausstellung zu Wien im Jahre 1873, von F. Beilstein (Leipzig bei Quandt & Händel). S. 42 u. S. 46.

(Finistère); dieselbe producirt allein 320—360 Centr. Jod und Jodkalium. Das Rohmaterial zur Jodfabrikation bilden bekanntlich Seepflanzen, welche auf den während der Ebbe trocken liegenden Felsen (an den Küsten der Normandie, Bretagne, von Schottland und Irland) wachsen und zweimal im Jahre (im März und October) gesammelt werden und solche die von der Fluth ans Ufer gespült werden. Bei dem Mangel an Brennmaterial dienten diese Pflanzen seit den ältesten Zeiten zum Heizen und nebenbei als Düngstoffe. Gegen Ende des 17. Jahrhunderts begann die systematische Einäscherung der Pflanzen, welche — heute wie damals — zweimal im Jahre in runden und rechtwinkligen Gruben am Meeresufer im Freien, vorgenommen wurde. Die erzeugte Varech-Soda diente zur Glasfabrikation, bis die Entdeckung der künstlichen Soda diese Anwendung aufhob. Man war deshalb auf eine andere Verwerthung bedacht und schon 1798 wurde in Cherbourg eine Fabrik gegründet, welche sich unter Couturier's Leitung mit der Abscheidung der im Varech enthaltenen Salze beschäftigte, um den Glasfabriken ein besseres Material zu liefern. In der Mutterlauge dieser Salze entdeckte dann der Salpetersieder Courtois in Paris im Jahre 1811 das Jod, dessen Eigenschaften Gay-Lussac im Jahre 1814 in einer classischen Abhandlung erörterte. Nach Beilstein sollen die französischen Jodfabrikanten als Fortschritte in ihrer Fabrikation das Calciniren der Pflanzen in geschlossenen, beständig arbeitenden Oefen und die Fällung des Jods unter Benutzung des atmosphärischen Sauerstoffs reclamirt haben.

Von den schottischen Jodfabriken zog die reiche Ausstellung aller aus den Seepflanzen gewonnenen Produkte der British seaweed company (Whitecrook chemical works, Dolmuir, Glasgow) die Aufmerksamkeit auf sich und lieferte wie Beilstein bemerkt den Beweis, daß die Gewinnung des Jods in Schottland rationeller geschieht als in Fankreich. Die Pflanzen werden nicht in Gruben verkohlt, sondern durch Destillation mit überhitztem Wasserdampf zersetzt. Dadurch lassen sich auch noch das Ammoniak und die Essigsäure daraus verwerthen. Die erwähnte im Jahre 1863 gegründete Fabrik beschäftigt 200 Arbeiter; Dampfkraft=100 Pferdekraft; Werth der Produktion 100,000 Pf. St. Seit 1872 wird die abfallende Kohle zum Desin-

ficiren der Aborte angewandt. Ist die Kohle gesättigt, so wird sie destillirt, giebt hierbei alles Ammoniak ab und ist zu neuem Gebrauche fertig. Schließlich sammeln sich aber in dieser Kohle so viel Salze an, daß sie nicht mehr wirkt, dann aber, ihres Reichthums an Phosphorsäure wegen, ein vortreffliches Düngemittel abgiebt.

Schwefel.

Schwefelsäure.—Beilstein*) bemerkt bei Besprechung der „Fortschritte in der Schwefelsäurefabrikation," daß man sich in neuester Zeit besonders bemühe, den in den Kiesen enthaltenen Schwefel möglichst vollständig auszubrennen. In Bezug hierauf schreibt der Genannte: „Vollste Anerkennung verdienen daher die Modelle von Röstöfen, welche die Herren R. Hasenclever und W. Helbig von der Rhenania in Aachen ausgestellt hatten. In diesen Oefen rutschen die Erze auf geneigten Platten durch den Röstraum, so daß nur dann eine Bewegung der zusammenhängenden Masse erfolgt, wenn am unteren Ende das abgeröstete Erz herausgenommen wird. Schwer zu entschwefelnde Erze können daher längere, andere kürzere Zeit im Ofen gehalten werden, auch lassen sich Schwefelkiesgraupen bis zu 15 Millimeter Korngröße abrösten. In dem Modell, welches für Feinkies und Graupen dient, werden Stückerze wie gewöhnlich auf eisernen Stäben geröstet. Die entweichenden Gase gehen in schraubenförmigem Gang über die Feinkiese, welche man auf den Platten abwärts durch den Ofen rutschen läßt. Ein zweites Modell stellt einen von Herrn Hasenclever und Helbig construirten Ofen dar, zum Rösten der Zinkblende, unter Benutzung der schwefligen Säure, die bisher nutzlos entwich. Beim Rösten der Zinkblende kommt bekanntlich Alles darauf an, den Schwefel möglichst (bis auf 1/2 Procent) zu entfernen, da das an Schwefel gebundene Zink beim Hüttenprozeß nicht gewonnen werden kann. Es muß deshalb die Blende unter Zusatz von Brennmaterial abgeröstet werden. In dem Ofen von H. und H. werden die Erze in den oberen Trichter eingefüllt und gelangen von da abwärts

*) Die chemische Großindustrie auf der Weltausstellung zu Wien im Jahre 1873, S. 10.

zur eisernen Walze. Letztere wird von einem Wasserrade bewegt und dieses streicht bei jeder Umdrehung eine kleine Erzmenge von der geneigten Ebene in die Muffel. Dort breitet ein Arbeiter die sich ansammelnden Massen von Zeit zu Zeit aus, schiebt die Erze allmählig nach hinten und läßt sie durch eine kleine Oeffnung in der Sohle der Muffel in den Abröstherd fallen. Daselbst werden die Erze von einem andern Arbeiter nach vorn gestrichen und in der, dem Feuer zunächst liegenden Abtheilung abgeröstet und ausgezogen. Die Luft gelangt durch die Arbeitsthüren der Muffel in den Ofen. Hier und bei der fortwährenden Berührung derselben mit dem glühenden Erz entsteht so viel schweflige Säure, daß ein Gasstrom mit 6—9 Volumprocenten in die Bleikammer gelangt. Die Temperatur der geneigten Ebene ist so hoch, daß Antimon in allen Abtheilungen schmilzt. Die Feuerungsgase passiren den Abröstherd, umspülen die Muffel, streichen dann unter die Platten, welche die geneigte Ebene bilden und gelangen durch einen senkrechten Fuß in den großen Schornstein. — Ein besonderes Modell veranschaulicht das Princip dieses Ofens. Der Winkel, den die geneigte Ebene, auf welcher das durch den Trichter aufgegebene Erz hinabrutscht mit der Horizontalen bildet ist 42°. Der Neigungswinkel des Erzes beträgt etwa 33° und würden beim Hinabgleiten der Erze auf einer einfachen, langen geneigten Ebene die Massen sich bald in so dicken Schichten anhäufen, daß eine Röstung unmöglich wäre. Damit nun die Erzschicht nicht zu dick wird, sind von 50 zu 50 Centimeter senkrecht zur geneigten Ebene stehende Scheidewände angebracht. Dieselben berühren die untere Fläche nicht, sondern gestatten dem Erz durch einen Spalt abwärts zu rutschen und stellen auf diese Weise dünne Erzschichten her. Jede Scheidewand hat eine Oeffnung für den Durchgang der Gase. Diese Oeffnungen sind abwechselnd einmal rechts und in der nächsten Platte links angebracht, um die Gase lange Zeit mit dem Erz in Berührung zu lassen. Die Oefen von H. und H. gestatten bis zu 80% des in der Zinkblende enthaltenen Schwefels zur Darstellung von Schwefelsäure nutzbar zu machen. Den hohen Werth der Oefen bestätigt der Umstand, daß bereits 45 Oefen in Deutschland, Frankreich und Dänemark theils in Betrieb, theils in Bau sind — Die Unmassen von Eisenoxyd welche das Re-

sultat der Abröstung der Kiese sind, umgeben noch als ziemlich werthloser Abfall die Schwefelsäurefabriken (höchstens wird daraus an einigen Orten Eisenmennige bereitet). Blos die kleine Menge darin enthaltenen Kupfers ist bis jetzt der Industrie wirklich zu gute gekommen. Durch Rösten mit Kochsalz gewinnt man daraus ein lösliches Kupfersalz, das mit Wasser ausgezogen und durch Eisen gefällt wird. Der ganze colossale Eisengehalt ist noch unbenutzt geblieben. Nur die allbekannte Gesellschaft von Saint-Gobain, Chauny und Cirey (Frankreich) hatte brauchbares Eisen, aus Kiesrückständen gewonnen, ausgestellt. Ueber die Darstellung desselben fehlten aber genauere Angaben."

„Beim Bleikammerprozeß ist (wie Beilstein ferner bemerkt) der Glover'sche Thurm (s. unten) die bemerkenswertheste Neuerung. Es sollen dadurch nicht allein die Oxyde des Stickstoffs wiedergewonnen, sondern auch zugleich die Kammersäure billiger concentrirt werden. Die in den Schwefelsäure-Fabriken angewandten Platinkessel unterlagen vielfach der verheerenden Wirkung des Feuers dadurch, daß die Arbeiter durch Unachtsamkeit des Niveau der Säure zu sehr herabgehen ließen. Eine einfache Vorrichtung (von Johnson und Matthey schon 1868 erfunden und angewendet) erlaubt diesem Mangel völlig abzuhelfen. Sie besteht in einer Platinröhre, welche in beliebiger Höhe in den abgehenden Schenkel des in dem Platinkessel befindlichen Hebers eingeführt werden kann. Fällt der Stand der Säure im Kessel unter die gewünschte Höhe, so entleert sich der Heber und die Säure fließt nicht mehr in die Kühlgefäße ab. Bei beiden von den wohlbekannten Firmen: Desmoutis, Quennessen und Co. in Paris (r. Montmartre 56) und Johnson, Matthey und Co. in London (Hatton garden) ausgestellten Platinkesseln war diese Vorrichtung angebracht. Der von den englischen Fabrikanten ausgestellte Apparat zeichnete sich nicht nur durch sein glänzendes Außere, sondern auch durch mehrere zweckmäßige Vorrichtungen von seinem französischen Nebenbuhler aus. Zunächst ist die aufsteigende Form des Helms anzuführen, wodurch eine bessere Condensation der Schwefelsäure erreicht wird, so daß das überdestillirende Wasser nur geringe Mengen von Säure mit sich führt. Alle Löthungen sind mit Platin ausgeführt. Der Kessel gestattet täglich 200

Centr. Schwefelsäure zu concentriren (er ist um 99500 Francs an die chemische Fabrik von E. Seybel in Liesing bei Wien verkauft). Eine weitere Verbesserung welche die Herren Johnson und Matthey eingeführt, besteht in der Anwendung einer Kühlschlange aus Platin statt der gewöhnlichen geraden Röhren. Dieselbe bietet natürlich eine größere Kühlfläche dar und wird sich besonders dort zweckmäßig erweisen, wo große Mengen Schwefelsäure concentrirt werden."

Nach einer Mittheilung von Friedr. Bode in Freiberg (Sachsen)*) haben Faure und Kessler, Schwefelsäurefabrikanten in Clermont-Ferrand in Frankreich (Puy-de-Dôme) in einem besonderen Schriftchen eine neue Methode der Concentration der Schwefelsäure empfohlen, welche der Beachtung und näheren Prüfung werth erscheint. Hiernach soll man die Schwefelsäure in mehr oder weniger flachen offenen Schalen (cuvettes) eindampfen, wozu sich Schalen von Platin am besten eignen, obschon auch allenfalls Porzellanschalen zur Anwendung kommen könnten. Der Betrieb kann continuirlich und intermittirend, wie bei den Platinkesseln gehandhabt werden. Die aus den Schalen entweichenden Dämpfe — Wasserdampf und Schwefelsäure — werden in einer Art Kühlkammer, die verschieden eingerichtet sein kann und mit Wasser gekühlt wird, aufgefangen und — so weit es Säuredämpfe sind — niedergeschlagen. Auch kann man die Dämpfe, etwas abgekühlt, direct in eine Bleikammer leiten, wo sie einen Theil des nöthigen Wasserdampfes ersetzen werden. Säure- und Wasserdampf, in der Kühlkammer niedergeschlagen, werden abgeführt und erscheinen am Apparat der Herren Faure und Kessler als schwache Destillatsäure von 26° Baumé. Ein solcher Apparat soll bedeutende Ersparnisse erzielen. So z. B. kostet eine Schale zu einer täglichen Leistung von 50 Centner 66 grädiger Schwefelsäure nur 15000 Frcs., während ein Platinkessel von gleicher Leistungsfähigkeit gegen 45000 Frcs. kosten würde; die Verdampfung erfolgt ruhig, rasch und ohne Stoßen; die Schale hält sich lange Zeit gut und etwa nöthige Reparaturen lassen sich leicht vornehmen; Brennmaterial sollen etwa 30 Proc. im Vergleiche zu Platinkesseln erspart werden können; auch lasse

*) Dingl. Journ. Bd. 211 von 1874 S. 26.

sich der Apparat leichter und mit geringeren Arbeitslöhnen bedienen.

Im Vereine zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen hat Dr. Kunheim*) auf die großen Vortheile des sogenannten Gay-Lussac'schen Thurmes zur Absorption und Wiedernutzbarmachung der aus den Bleikammern entweichenden, noch viel salpetrige Säure, überhaupt gasförmige Stickstoffverbindungen enthaltenden und für die Umgebungen einer Schwefelsäurefabrik überdies sehr nachtheiligen Gase aufmerksam gemacht. Dieser seit längerer Zeit schon bekannte Apparat besteht aus einem mit Koks gefüllten Thurme, durch den, von oben nach unten, concentrirte Schwefelsäure fließt, während die gasförmigen Stickstoffverbindungen des Sauerstoffs aus den Bleikammern unten in den Thurm geleitet und bei dem Aufsteigen durch die herabfließende Schwefelsäure absorbirt werden. Die Absorption ist eine vollständige und die unten abfließende mit den genannten Stickstoffverbindungen gesättigte Schwefelsäure, welche gewöhnlich kurzweg Salpeterschwefelsäure genannt wird, gelangt in die Bleikammer zurück, um neue Mengen von schwefliger Säure zu Schwefelsäure zu oxydiren. Zur vollständigen Oxydation der schädlichen Gase kommt es hauptsächlich auf die gleichmäßige Vertheilung der Schwefelsäure an. Nach Kunheim gelingt diese Vertheilung am besten mit Hülfe eines über dem Thurme angebrachten Segner'schen Rades, aus welchem die Säure ausfließt. Durch das Ausfließen der Säure wird das Rad in bekannter Weise in rotirende Bewegung versetzt und dadurch die wünschenswerthe gleichmäßige Vertheilung der Säure in vollkommenster Weise ermöglicht.

Eine sehr wichtige Vervollkommnung hat der Gay-Lussac'sche Thurm durch das ebenfalls schon seit mehreren Jahren bekannte und von dem Fabrikanten John Glover (in Wallsend bei Newcastle) eingeführte sogenannte Denitrirungsverfahren erlangt. Anstatt nämlich die im Gay-Lussac'schen Thurme gewonnene sogenannte Salpeterschwefelsäure (s. oben) in die Bleikammer zurückzuleiten, ist es vortheilhafter, aus derselben die salpetrige Säure auszutreiben und diese salpetrige

*) Dingl. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 155.

Säure allein in die Bleikammer zurückzuführen. Dies geschah anfangs, indem man Wasserdämpfe in die Salpeterschwefelsäure leitete, wozu man die sogenannte Kochtrommel benutzte. Hierbei gewann man zwar alle salpetrige Säure wieder, aber durch den eingeleiteten Wasserdampf wurde die denitrirte Schwefelsäure auf circa 51°B. verdünnt und mußte erst wieder concentrirt werden. Glover hat diesen Uebelstand durch Construction eines sehr sinnreichen Apparates, der unter dem Namen „Glover'scher Thurm" bereits vielfach mit Vortheil zur Anwendung gekommen ist, beseitigt.

Der Glover'sche Thurm besteht nämlich, wie G. Lunge*) beschreibt, aus einem auf einem solid anzulegenden Fundamente errichteten Balkengerüste, innerhalb dessen eine 25 engl. Fuß hohe, circa 6 Fuß lange und 10 Fuß breite Bleikammer befestigt wird. Die Bleistärke für den Deckel und die Seiten beträgt 1/4 Zoll, die für den Boden 5/8 Zoll. Der Boden wird nicht unmittelbar auf das Fundament des Mauerwerkes gelegt, sondern auf eine etwa 2 oder 3 Zoll hohe Sandschicht. Der Bleithurm ist inwendig ganz und gar mit feuerfesten Ziegeln, doch ohne Bindemittel ausgefüttert, doch muß man hierzu Steine wählen, welche der zerstörenden Wirkung der Schwefelsäure möglichsten Widerstand leisten. Die Ausfütterung der Bleikammer mit Steinen geschieht in der Art, daß man den Boden mit 3 Zoll dicken Steinen belegt, dagegen die Seitenwände durch eine 18 Zoll dicke Mauer schützt. Auf dieser Mauer wölbt sich ein durchbrochenes Gewölbe so, daß es nicht nach den Seiten, sondern nach unten drückt. Weiter darüber ist die Schutzmauer zur unteren Hälfte der Höhe 14 Zoll und zur oberen Hälfte 9 Zoll stark. Die innere Füllung des Thurmes über dem Gewölbe geschieht auf das erste Drittel seiner Höhe mit lose eingesetzten feuerfesten Steinen von demselben Material, darauf folgen regelmäßig geschichtete Quarz- und Feuersteine und endlich Koks, wozu man die härtesten Ofenkoks (nicht Gaskoks) verwendet. Der Bleithurm hat unterhalb des Gewölbes nahe über seinem Boden ein 2 Fuß weites Eintrittsrohr für die schweflige Säure und dicht unter

*) Dingl. Journ. Bd. 201 von 1871 S. 341; Polytechnisches Centralblatt von 1871 S. 1501.

seiner Decke ein ebensoweites Abzugsrohr für dieselbe. Oberhalb des Bleithurmes befindet sich, von der Decke des Holzgerüstes geschützt, die Einflußvorrichtung einestheils für die in einem Gay-Lussac'schen Koksthurme gewonnene Salpeterschwefelsäure, anderntheils für Kammersäure (der in der Bleikammer gebildeten Schwefelsäure). Jede der beiden Säuren fließt für sich in einen besonderen auf der höchsten Höhe des Thurmes befindlichen, mit Bleiplatten gefütterten Holzkasten und von dem Boden der beiden nebeneinander liegenden Kästen führt je ein senkrecht abfallendes Rohr in einen darunter befindlichen verschlossenen Bleikasten, in welchem sich die beiden Säuren mit einander vermischen. Aus diesem Mischkasten gehen endlich mehrere Abflußrohre nach unten in das Innere des Bleithurmes. Auf der obersten Koksschicht sind, gerade unterhalb dieser Abflußrohre flache Chamottesteine, welche ein Aufspritzen der Säure und dadurch eine bessere Vertheilung derselben veranlassen. Während nun von oben das Gemisch der Salpeterschwefelsäure mit der Kammersäure in das Innere des Bleithurmes oder Glover'schen Thurmes abfließt, strömt aus den Kiesöfen, welche nicht zu weit von diesem Apparate entfernt liegen dürfen, heiße schweflige Säure zu, so daß also das herabfließende Säuregemisch der aufsteigenden heißen schwefligen Säure begegnet. Hierdurch wird nicht allein salpetrige Säure ausgetrieben und in die Bleikammer abgeleitet, sondern das Säuregemisch wird durch die heiße schweflige Säure gleichzeitig bis auf circa 62° Baumé concentrirt, so daß also der Glover'sche Thurm gleichzeitig zur Denitrirung, wie zur Concentration der Säure dient und die Säure in einen Zustand überführt, in welchem sie von Neuem zur Verwendung im Gay-Lussac'schen Thurme benutzt, sowie auch ohne besondere Concentration zu vielen andern Zwecken verwendet werden kann.

Ueber den *Säuregehalt der wässerigen Schwefelsäure von verschiedenem specifischem Gewichte* sind zwar mehrere Tabellen vorhanden; aber die meisten derselben sind alt und stimmen nicht mit einander überein. In Rücksicht hierauf hatte daher die Industrielle Gesellschaft in Mühlhausen (Elsaß) die Ausarbeitung einer neuen, genauen Tabelle über die Säuregehalte der wässrigen Schwefelsäure von verschiedenem specifischem Gewichte und zwar nicht nur für die reine Schwe-

felsäure, sondern auch für die Säure des Handels, als Preisaufgabe gestellt und dafür eine Medaille erster Classe bestimmt. Herr J. Kolb hat nun diese Aufgabe bearbeitet und den ausgesetzten Preis erhalten. Er hat seine Untersuchungen in einer Abhandlung, welche im Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse von 1872 S. 209 f. f. abgedruckt worden ist, ausführlich beschrieben.*)

Nach Kolb ist das spec. Gew. des reinen Schwefelsäurehydrates bei 0° = 1,857, was mit der früher von Marignac gefundenen Zahl 1,854 nahe übereinstimmt. Betreffs des Einflusses, welchem die am häufigsten in der Schwefelsäure des Handels vorkommenden Verunreinigungen der Schwefelsäure auf das spec. Gewicht derselben ausüben, hat Kolb nachgewiesen, daß die schweflige Säure in um so größerer Menge von der Schwefelsäure aufgenommen wird, je verdünnter die letztere ist. Eine concentrirte Schwefelsäure vermag nur 0,009 Theile ihres Gewichtes oder ihr 58faches Volumen schweflige Säure aufzunehmen und ihr spec. Gew. verringert sich dann etwas. Eine Schwefelsäure von 1,839 spec. Gewicht löst 0,014 ihres Gewichtes oder ihr 89faches Volumen schwefliger Säure auf und erhält dadurch ein spec. Gew. von 1,831. Bei verdünnteren Säuren erleidet das spec. Gew. keine bemerkenswerthe Aenderung und überhaupt kömmt die schweflige Säure fast niemals in der Schwefelsäure des Handels vor. — Auch geringe Mengen von salpetriger Säure üben keinen wesentlichen Einfluß auf das spec. Gew. der Schwefelsäure aus und bedeutende Mengen finden sich nicht in der Säure des Handels. — Von schwefelsaurem Bleioxyd vermag selbst die concentrirte Säure nur so wenig aufzulösen, daß dadurch keine merkliche Aenderung des spec. Gewichtes derselben wahrnehmbar ist. Hiernach enthält also die käufliche Schwefelsäure niemals so bedeutende Verunreinigungen, daß dadurch ihr spec. Gewicht wenigstens in Rücksicht auf ihre praktische Verwendung eine bemerkenswerthe Modification erleiden könnte.

In nachstehender Tabelle hat Kolb das Resultat seiner Versuche, über den Zusammenhang zwischen dem specifischen

*) Siehe auch: Polytechnisches Centralblatt von 1873 S. 826 und Dingl. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 268.

Gewichte und dem Gehalt an Schwefelsäure zusammengestellt und zwar beziehen sich die Angaben nach Aräometergraden von Baumé auf ein in der Art modificirtes Aräometer, daß der Nullpunkt dieses Aräometers dem Dichtigkeitsgrade von reinem Wasser von 15° C. entspricht, während der Punkt 66° einer Schwefelsäure von 1,842 spec. Gew. gleichkömmt. Es ist dann, wenn d die Dichtigkeit und n den Aräometergrad bedeutet

$$d = \frac{144,3}{144,3 - n}.$$

Mittels dieser Gleichung sind die bezüglichen Zahlen der Kolb'schen Tabelle berechnet (s. folgende S.).

Antimon.

Antimonblau. Unter diesem Namen wurde vor ungefähr 2 Jahren (vgl. dieses Jahrb. Jahrg. VIII von 1872 S. 265) ein durch Fällung einer Lösung von Antimon in Königswasser mit Blutlaugensalz darstellbares Präparat, als blaue Malerfarbe empfohlen. Nach Carl Kraus*) ist jedoch der Name „Antimonblau" für das in Rede stehende Produkt, nicht entsprechend, indem dasselbe keine Spur von Antimon enthält, sondern nur aus Eisen und Cyan besteht, also als eine Art Berlinerblau bezeichnet werden muß und in der That erhält man dasselbe Produkt auch durch bloßes Kochen von gelbem Blutlaugensalz mit Salzsäure.

Gold.

In diesem Jahrb. Jahrg. VII von 1871 S. 344 und Jahrg. IX v. 1873 S. 252 wurde das Miller'sche Verfahren zum Feinen des Goldes mit Chlorgas und der hierfür construirte Apparat ausführlich beschrieben und dabei darauf aufmerksam gemacht, daß das Chlorsilber, welches bei dieser Operation sich ausscheidet noch goldhaltig ist, daß sich jedoch (s. Jahrg. VII S. 348) auch dieser Goldgehalt noch zum größten Theil absondern läßt, wenn man das Chlorsilber unter einer Decke von Borax schmilzt, und mit etwas metallischem

*) Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 1872 S. 172. — Dingl. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 28.

Tabelle über die Säuregehalte der wässerigen Schwefelsäure bei 15° C.

Grade nach Beaumé	Dichtigkeit	100 Gewichtstheile enthalten				1 Liter enthält in Kilogrammen			
		wasserfreie Säure	HO,SO3	Säure von 600	Säure von 530	wasserfreie Säure	HO,SO3	Säure von 600	Säure von 530
0	1,000	0,7	0,9	1,2	1,3	0,007	0,009	0,012	0,013
1	1,007	1,5	1,9	2,4	2,8	0,015	0,019	0,024	0,028
2	1.014	2,3	2,8	3,6	4,2	0,023	0,028	0,036	0,042
3	1,022	3,1	3,8	4,9	5,7	0,032	0,039	0,050	0,058
4	1,029	3,9	4,8	6,1	7,2	0,040	0,049	0,063	0,074
5	1,037	4,7	5,8	7,4	8,7	0,049	0,060	0,077	0,090
6	1,045	5,6	6,8	8,7	10,2	0,059	0,071	0,091	0,107
7	1,052	6,4	7,8	10,0	11,7	0,067	0,082	0,105	0,123
8	1,060	7,2	8,8	11,3	13,1	0,076	0,093	0,120	0,139
9	1,067	8,0	9,8	12,6	14,6	0,085	0,105	0,134	0,156
10	1,075	8,8	10,8	13,8	16,1	0,095	0,116	0,148	0,173
11	1,083	9,7	11,9	15,2	17,8	0,105	0,129	0,165	0,193
12	1,091	10,6	13,0	16,7	19,4	0,116	0,142	0,182	0,211
13	1,100	11,5	14,1	18,1	21,0	0,126	0,155	0,199	0,231
14	1,108	12,4	15,2	19,5	22,7	0,137	0,168	0,216	0,251
15	1,116	13,2	16,2	20,7	24,2	0,147	0,181	0,231	0,270
16	1,125	14,1	17,3	22,2	25,8	0,159	0,195	0,250	0,290
17	1,134	15,1	18,5	23,7	27,6	0,172	0,210	0,269	0,313
18	1,142	16,0	19,6	25,1	29,2	0,183	0,224	0,287	0,333
19	1,152	17,0	20,8	26,6	31,0	0,196	0,239	0,306	0,357
20	1,162	18,0	22,2	28,4	33,1	0,209	0,258	0,330	0,385
21	1,171	19,0	23,3	29,8	34,8	0,222	0,273	0,349	0,407
22	1,180	20,0	24,5	31,4	36,6	0,236	0,289	0,370	0,432
23	1,190	21,1	25,8	33,0	38,5	0,251	0,307	0,393	0,458
24	1,200	22,1	27,1	34,7	40,5	0,265	0,325	0,416	0,486
25	1,210	23,2	28,4	36,4	42,4	0,281	0,344	0,440	0,513
26	1,220	24,2	29,6	37,9	44,2	0,295	0,361	0,463	0,539
27	1,231	25,3	31,0	39,7	46,3	0,311	0,382	0,489	0,570
28	1,241	26,3	32,2	41,2	48,1	0,326	0,400	0,511	0,597
29	1,252	27,3	33,4	42,8	49,9	0,342	0,418	0,536	0,625
30	1,263	28,3	34,7	44,4	51,8	0,357	0,438	0,561	0,654
31	1,274	29,4	36,0	46,1	53,7	0,374	9,459	0,587	0,684
32	1,285	30,5	37,4	47,9	55,8	0,392	0,481	0,616	0,717

Tabelle über die Säuregehalte der wässerigen Schwefelsäure bei 150° C.

Grade nach Beaumé	Dichtigkeit	100 Gewichtstheile enthalten: wasserfreie Säure	HO,SO3	Säure von 600	Säure von 530	1 Liter enthält in Kilogrammen: wasserfreie Säure	HO,SO3	Säure von 600	Säure von 530
33	1,297	31,7	38,8	49,7	57,9	0,411	0,503	0,645	0,751
34	1,308	32,8	40,2	51,1	60,0	0,429	0,526	0,674	0,785
35	1,320	33,9	41,6	53,3	62,1	0,447	0,549	0,704	0,820
36	1,332	35,1	43,0	55,1	64,2	0,468	0,573	0,734	0,856
37	1,345	36,2	44,4	56,9	66,3	0,487	0,597	0,765	0,892
38	1,357	37,2	45,5	58,3	67,9	0,505	0,617	0,791	0,921
39	1,370	38,3	46,9	60,0	70,0	0,525	0,642	0,822	0,959
40	1,383	39,5	48,3	61,9	72,1	0,546	0 668	0,856	0,997
41	1,397	40,7	49,8	63,8	74,3	0,569	0,696	0,891	1,038
42	1,410	41,8	51,2	65,6	76,4	0,589	0,722	0,925	1,077
43	1,424	42,9	52,8	67,4	78,5	0,611	0,749	0,960	1,108
44	1,438	44,1	54,0	69,1	80,6	0,634	0,777	0,994	1,159
45	1,453	45,2	55,4	70,9	82,7	0,657	0,805	1,030	1,202
46	1,468	46,4	56,9	72,9	84,9	0,681	0.835	1,070	1,246
47	1,483	47,6	58,3	74,7	87,0	0,706	0,864	1,108	1,290
48	1,498	48,7	59,6	76,3	89,0	0,730	0,893	1,143	1,333
49	1,514	49,8	61 0	78,1	91,0	0,754	0,923	1,182	1,378
50	1,530	51,0	62,5	80,0	93,3	0,780	0,956	1,224	1,427
51	1,546	52,2	64,0	82,0	95,5	0,807	0,990	1,268	1,477
52	1,563	53,5	65,5	83,9	97,8	0,836	1,024	1,311	1,529
53	1,580	54,9	67,0	85,8	100,0	0,867	1,059	1,355	1,580
54	1,597	56,0	68,6	87,8	102,4	0,894	1,095	1,402	1,636
55	1,615	57,1	70,0	89,6	104,5	0,922	1,131	1,447	1,688
56	1,634	58,4	71,6	91,7	106,9	0,954	1,170	1,499	1,747
57	1,652	59,7	73,2	93,7	109,2	0,986	1,210	1,548	1,804
58	1,671	61,0	74,7	95,7	111,5	1,019	1,248	1,599	1,863
59	1,691	62,4	76,4	97,8	114,0	1,055	1,292	1,654	1,928
60	1,711	63,8	78,1	100,0	116,6	1,092	1,336	1,711	1,995
61	1,732	65,2	79,9	102,3	119,2	1,129	1,384	1,772	2,065
62	1,753	66,7	81,7	104,6	121,9	1,169	1,432	1,838	2,137
63	1,774	68,7	84,1	107,7	125,5	1,219	1,492	1,911	2,226
64	1,796	70,6	86,5	110,8	129,1	1,268	1,554	1,990	2,319
65	1,819	73,2	89,7	114,8	133,8	1,332	1,632	2,388	2,434
66	1,842	81,6	100,0	128,0	149,3	1,503	1,842	2,658	2,750

Silber zusammenbringt. Nach A. Leibius in Sydney*) ist das bei dem Miller'schen Prozesse ausgeschiedene Chlorsilber niemals rein, sondern enthält außer Chlorkupfer noch eine beträchtliche Menge von Gold, nämlich nach Miller's eigenen Angaben 2 Proc. des Goldes, welches in dem in Arbeit genommenen Metalle enthalten war. Reducirt man dieses Chlorsilber zu Metall, ohne es vorher von dem Goldgehalte zu befreien, so bekömmt man Silberbarren, welche 12–20, im Durchschnitt etwa 18 Proc. Gold enthalten. Das Gold ist hauptsächlich in Verbindung mit Chlor — als Chlorgold — in dem Chlorsilber enthalten, wahrscheinlich mit diesem zu einem Doppelchlorür verbunden. Durch das von Miller in Vorschlag gebrachte Schmelzen des Chlorsilbers mit 8—10 Proc. metallischem Silber unter Borax, wird zwar wohl der größte Theil des Goldes, aber niemals alles Gold abgeschieden und man hat überdies den Nachtheil, daß das angewandte Silber erst wieder in Chlorsilber verwandelt wird und von Neuem reducirt werden muß. Ein günstigeres Resultat erzielt man dagegen nach Leibius, wenn man folgende Methode einschlägt. In einem mit Borax überzogenen französischen thönernen Tiegel schmilzt man 230 Unzen des von Gold zu befreienden Chlorsilbers, setzt dabei so viel Borax zu, daß über dem geschmolzenen Chlorsilber eine 1/8 bis 1/4 Zoll hohe Schicht von geschmolzenem Borax entsteht und trägt nun nach und nach 16—20 Unzen gepulverte, entwässerte Soda auf die Boraxschicht ein, so wird durch die Soda das in dem Chlorsilber enthaltene Chlorgold zersetzt und metallisches Gold abgeschieden. 20 Unzen Soda liefern einen circa 35 Unzen wiegenden Goldklumpen von 870—880 pro Mille Goldgehalt, während das aus dem so behandelten Chlorsilber abgeschiedene Silber in je 10000 Theilen nur noch 2—5 Theile Gold enthält, die durch eine zweite analoge Schmelzung mit Borax und Soda vollständig abgeschieden werden können; doch wendet man beim zweiten Schmelzen auf 200 Unzen des Chlorsilbers nur 3 Unzen Soda an. Das so von seinem Goldgehalte befreite Chlorsilber wird sodann am besten mittelst eines galvanischen Apparates reducirt.

---

*) Chemical News, vol. 27. p. 121; Dingl. Journ. von 1873 Bd. 208 S. 342.

Kohlenstoff.

Diamant. — Wenn man nach von Schrötter einen Diamanten in einem mit Magnesia ausgefütterten und gut bedeckten Tiegel, der noch überdies in einen zweiten, mit Graphit ausgefütterten und ebenfalls gut bedeckten Tiegel eingesetzt worden ist, dem Starkbrande eines Porzellanofens an der heißesten Stelle aussetzt, so erleidet er keine bemerkenswerthe Veränderung. Wickelt man jedoch den Diamanten in Platinblech ein und behandelt ihn in der beschriebenen Weise, so schmilzt das Platin unter Aufnahme von Kohlenstoff zu einem Tropfen und der Diamant erscheint stark verändert, indem sich seine Oberfläche leicht geschwärzt zeigt und sein Inneres von schwarzen Streifen durchzogen erscheint. Dieses Schwarz gleicht demjenigen des Rußes, also der amorphen Kohle, während die natürlichen schwarzen Diamanten nur mehr oder weniger dunkelbraun gefärbt erscheinen. Das spec. Gew. des Diamants war durch das Glühen in Magnesia von 3,480 bei 18° C. auf 3,473 und durch das Glühen bei Berührung mit Platin auf 3,458 gesunken.

Steinkohle. — Ueber die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung und den technischen Eigenschaften der Steinkohlen hat Carl Hilt*) sehr beachtungswerthe Winke gegeben, die namentlich für die Praxis von Bedeutung sind. Nach Hilt sind Proben im Großen bisher das einzige Mittel gewesen, um die Eigenschaften und die damit zusammenhängende Verwendbarkeit einer Kohlensorte zu bestimmen. Bei der Umständlichkeit und dem bedeutenden Kostenaufwande solcher Prüfungen im Großen, ist aber trotzdem das zu erzielende Resultat stets ein ziemlich unsicheres, weil man nicht ohne Weiteres die für die Verbrennung erforderlichen resp. günstigen Bedingungen herstellen kann und namentlich dabei viel zu sehr von den Arbeitern abhängt.

Für die Beurtheilung des Werthes und der Verwendbarkeit einer Kohle muß man einestheils das mechanische Verhalten (Stückreichthum, Beimischung von Steinen 2c.), anderntheils die auf der chemischen Zusammensetzung beruhenden Eigen-

*) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1873 Bd. 17 S. 193; Dingl. Journ. Bd. 208 v. 1873 S. 424.

schaften zu ermitteln suchen. Das sogenannte mechanische Verhalten einer Steinkohle ist zwar wichtig, aber mehr für den Werth der Kohlensorten von sonst gleichen Eigenschaften, als für die Beurtheilung der Verwendbarkeit im gegebenen Falle entscheidend. Die chemische Zusammensetzung läßt sich nach den bisher üblichen Methoden aus der Analyse nicht mit Sicherheit entnehmen; überdies ist die chemische Untersuchung schwierig, kostspielig und wird daher in der Praxis nur selten zu Hülfe genommen. Als wichtig wird gewöhnlich angesehen, der Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Die Aschenbestimmung hat Wichtigkeit für die Werthbeurtheilung, nicht aber für die Classification der Kohlen, dasselbe gilt von der Bestimmung der in geringer Menge vorhandenen Bestandtheile, Schwefel, Phosphor und Stickstoff. Nach der bisher gebräuchlichen Methode bestimmt man das Verhältniß der drei Bestandtheile Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zu einander in der aschenfreien Substanz und trennt meistens den Wasserstoff in disponiblen und gebundenen (an Sauerstoff gebundenen), indem man auf je acht Thle. Sauerstoff 1 Thl. Wasserstoff rechnet (das Verhältniß der Gewichte beider Elemente im Wasser). Auf 1000 Thle. Kohlenstoff kommen 5 bis 30 Thle. gebundener Wasserstoff und 15 bis 55 Thle. freier Wasserstoff. Man hat versucht nach diesen Verhältnißzahlen eine Classification vorzunehmen und diese in Uebereinstimmung zu bringen mit den bekannten Eigenschaften. Geinitz, Fleck und Hartig z. B. unterscheiden:

	Theile Wasserstoff gebunden	disponibel
1. Anthracit u. Sinterkohle . .	5—20	20—40
2. Backkohle	5—20	40—55
3. Gas- und Sandkohle	20—30	20—40
4. Gas- und Backkohle	20—30	40—55

Allein ganz abgesehen davon, daß eine Classification, welche principiell Anthracit und Sinterkohle nicht zu trennen vermag, wenig Werth hat, stimmt, wie Hilt an mehreren Beispielen nachweist, auch die Erfahrung gar nicht mit dieser Classification. Dieselbe sagt im Grunde genommen fast dasselbe, wie die ältere in Scheerer's Metallurgie eingetheilte Theorie, wonach durchschnittlich enthalten:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
1. der Anthracit . .	95	3	2
2. die Backkohle . . .	87	5	8
3. die Sinterkohle .	83	5	12
4. die Sandkohle . .	77	5	18

Es findet nur der Unterschied statt, daß hier unter Sinterkohle diejenige Kohle verstanden ist, welche Geinitz &c. Back- und Gaskohle nennen, während die eigentliche Sinterkohle ganz weggelassen ist. Nach Hilt erkennt man aus diesen Classificationen, daß die so verschiedenen Eigenschaften fast ausschließlich auf den wechselnden Gehalt an Sauerstoff zurückgeführt werden und hierin liegt insofern etwas Richtiges, als in der That durch das Alter der Kohle der Sauerstoffgehalt bedingt ist und mit dem Alter in der Regel auch die übrigen Eigenschaften im Zusammenhange stehen. Im Allgemeinen kann nach Hilt bezüglich des Zusammenhanges des Sauerstoffgehaltes mit den Eigenschaften der Kohlen, Folgendes als feststehend angenommen werden:

1. Bei 17 % u. mehr Sauerstoff haben wir „gasreiche Sandkohle"
2. „ 14—17 „ Sauerstoff haben wir „gasreiche Sinterkohle"
3. „ 10—14 „ „ „ „ „ „ Backkohle"
4. „ 7—10 „ „ „ „ „Backkohle"
5. „ 3— 7 „ „ „ „ „Backkohle, Sinterk., Anthracit

Hieraus ergiebt sich, daß der Sauerstoffgehalt einer Kohle allenfalls als Mittel zu einer Classification der Kohlensorten dienen kann, wenn es sich nur um die Beurtheilung oder Unterscheidung von „gasreichen" Kohlen handelt, während dagegen Backkohle, Sinterkohle und Anthracit in ihrem Sauerstoffgehalte so übereinstimmen, daß eine Unterscheidung derselben, die sich hierauf gründet, nicht möglich sein würde; und doch ist gerade die Unterscheidung dieser letztgenannten Kohlensorten häufig von großer praktischer Bedeutung.

Hilt glaubt, und wie uns scheint mit Recht, daß als Ausgangspunkt der Classification der Steinkohlen am zweckmäßigsten die bei denselben leicht zu erkennende Verschiedenheit in dem Verhältnisse dienen kann, welches bei der trockenen Destillation derselben, betreffs des Quantums der entstehenden flüchtigen Produkte und der als Koks zurückbleibenden, erst bei höherer Temperatur verbrennenden festen Bestandtheile zum Vor-

schein kommt. Die Gase, welche die Kohle bei der trockenen Destillation liefert, enthalten als wesentliche Bestandtheile nicht nur Wasserstoff und Sauerstoff, sondern daneben in wechselnder Menge auch Kohlenstoff. Es ist gleichgiltig wie dieser Kohlenstoff in der festen Kohle enthalten ist. Bei der Verbrennung tritt er in Verbindung mit Wasserstoff und Sauerstoff in den die Flamme bildenden flüchtigen Produkten, welche Hilt kurzweg „Bitumen" nennt, auf. Nach den Versuchen, welche Hilt ausgeführt hat, kann man die Zahl, durch die das Verhältniß aller flüchtigen Bestandtheile zu dem aschenfreien, bei 100° C. getrockneten Koks ausgedrückt wird, als einen völlig ausreichenden Maßstab für die technisch wichtige Constitution einer Kohlensorte betrachten. Wichtig ist dabei allerdings, daß die Verkokung der zu vergleichenden Proben unter gleichen Verhältnissen vorgenommen wird. Auf Grund dieses Unterscheidungsmerkmals stellt nun Hilt nachstehende vorläufige Scala über die verschiedenen Kohlensorten auf, eine Scala, die durch fortgesetzte Untersuchungen noch vervollkommnet werden kann:

1. Magere anthrac. Kohle	ergiebt auf	1	Thl.	Bitumen	9 —20	Thle. Koks
2. Gasarme (alte) Sinterk.	„ „	1	„	„	5,5— 9	„ „
3. Backkohle	„ „	1	„	„	2,0— 5,5	„ „
4. Backende Gaskohle	„ „	1	„	„	1,5— 2,0	„ „
5. Gasreiche (junge) Sintrk.	„ „	1	„	„	1,25— 1,5	„ „
6. „ Sandkohle	„ „	1	„	„	1,11— 1,25	„ „

Einen guten Ueberblick gewährt es auch, wenn man die Bitumengehalte in Procenten — auf aschenfreien Koks berechnet — vergleicht. Man erhält dann:

Auf je 100 Theile aschenfreie Koks ergeben:

1. Magere anthracitische Kohle . . .	5 —10	Proc.	Bitumen
2. Gasarme (alte) Sinterkohle . .	10 —15,5	„	„
3. Backkohle	15,5—33,3	„	„
4. Backende Gaskohle	33,3—40	„	„
5. Gasreiche (junge) Sinterkohle . .	40 —44,4	„	„
6. „ Sandkohle	44,4—48	„	„

Betreffs der Eigenschaften der zu den einzelnen Classen gehörenden Kohlen, bemerkt Hilt:

1. Die anthracitische Kohle bedarf eines lebhaften Zuges, giebt wenig und nicht leuchtende Flamme, keinen Ruß und dient als Hausbrand, Ziegelkohle, für Schachtöfen aller Art und unter besonderen Verhältnissen zur Dampfkesselfeuerung.

2. Die alte Sinterkohle eignet sich zu denselben Zwecken, wie die anthracitische, ist daneben vorzugsweise Dampfkesselkohle und kann bei guten Einrichtungen, namentlich vermischt mit gasreicheren Sorten, verkokt werden. (Hierzu gehört wohl auch die berühmte smokeless steam coal von Cardiff).

3. Die Backkohle, welche zwischen 15,5 und 20 Proc. Gasgehalt ergiebt, repräsentirt die eigentliche Schmiede- und Kokskohle. Die Sorten mit 20—33 Proc. Gasgehalt existiren in vielen Nüancirungen und bilden die eigentliche, fast zu allen Zwecken verwendbare Industriekohle; sie liefern noch sehr gute Koks, sind zu allen Flammofenfeuerungen verwendbar und haben nur den Nachtheil beginnender Rußbildung und raschen Erlöschens, namentlich im Stubenofen.

4. Die Gaskohle ist nicht weniger anwendbar und liefert zudem das meiste und beste Leuchtgas. Hier aber fängt das Gas schon an, an Werth zu verlieren, weil das Koksausbringen gering ist und die Koks selbst porös sind.

5. und 6. Die junge Sinterkohle und die gasreiche Sandkohle sind die eigentlichen Kohlen zur Flammofenfeuerung und brechen meist stückreich. Der Grus ist zum Theil schon schwer zu verwerthen. Diese Kohlen dienen zur Dampfkesselfeuerung, wobei sie aber sehr stark rauchen.

Man ersieht hieraus, wie klar und genau die Anhaltspunkte sind, welche die Classificationsmethode von Hilt zu geben vermag; man wird mit Hülfe derselben im Stande sein, mit äußerster Schärfe die kleinsten Unterschiede zweier Kohlensorten constatiren zu können.

Ueber die Frage: „ob die Verbrennung der Kohlen durch Zuführung von Wasser befördert werden kann" hat Ferd. Fischer*) die nachstehende beachtungswerthe Aufklärung gegeben. Noch vielfach findet man die Ansicht verbreitet, daß das Benetzen der Steinkohle mit Wasser eine Ersparniß an Kohle bewirkt, indem das in den Kohlen enthaltene Wasser sich in Berührung mit glühenden Kohlen zersetze zu Wasserstoff, welcher dann wieder unter intensiver Hitzeentwicklung zu Wasser verbrennt, und zu Kohlenoxydgas, welches ebenfalls unter ziemlicher Hitzeentwicklung zu Kohlensäure verbrennt resp. sich höher oxydirt. Die

*) Hannoversches Wochenblatt f. Handel u. Gewerbe 1873 No. 44.

Endprodukte dieser Wechselwirkung zwischen Wasser und glühender Kohle würden hiernach, vorausgesetzt daß eine derartige Wasserzersetzung wirklich stattfindet, nur sein: Wasser und Kohlensäure. Beim Verbrennen des Kohlenstoffs werden bekanntlich 8080 Wärmeeinheiten frei, bei der des Wasserstoffs 34000 Wärmeeinheiten. Ebenso viele Wärmeeinheiten werden aber absorbirt „gebunden" bei der Zersetzung des Wassers zu Wasserstoff und Sauerstoff, woraus hervorgeht, daß diejenige Wärme, welche im günstigsten Falle durch Verbrennung des aus dem Wasser frei gewordenen Wasserstoffs entwickelt wird, bereits vorher durch das Wasser, behufs seiner Zersetzung, aus den glühenden Kohlen absorbirt worden ist, so daß sich thatsächlich diese beiden Wirkungen aufheben und immer nur die durch die Oxydation oder Verbrennung des eigentlichen Kohlenstoffs frei werdenden Wärmeeinheiten zur Wirkung gelangen können. Von einem Wärmegewinn durch Befeuchtung der Steinkohle mit Wasser kann daher überhaupt nicht die Rede sein; dagegen entsteht durch Anwendung nasser Kohle zum Heizen thatsächlich ein Wärmeverlust, weil das Wasser zunächst, bevor es durch die glühende Kohle eine Zersetzung erleiden kann, in Wasserdampf verwandelt wird und hierbei Wärme bindet, die nicht wieder zum Effect gelangt. Für jedes Kilogramm Wasser (von 0°), sind, um dasselbe in Wasserdampf zu verwandeln, zunächst 636 Wärmeeinheiten, die hierbei gebunden werden, nöthig. Wenn demnach Kohlenstoff mit seinem gleichen Gewichte Wasser angenetzt oder versetzt ist, so können statt 8080 Wärmeeinheiten, die die trockene Kohle pr. Kilogramm bei ihrer Verbrennung entwickelt, nur 8080 —636 = 7444 W.-E. aus der ein gleiches Gewicht Wasser enthaltenden nassen Kohle gewonnen werden. Entweichen die Verbrennungsgase mit einer Temperatur von 2000°, so gehen mit jedem Kilogr. Wasserdampf (spec. Wärme = 0,475) noch weitere 47,5 W.-E. verloren. Diese 683,5 W.-E. gehen selbstverständlich auch für jedes Kilogr. Wasser fort, das dem Dampfkessel entnommen und in die Feuerung geleitet wird. Noch bedeutender ist aber der Einfluß des zugesetzten Wassers auf die Verbrennungstemperatur. Die Verbrennungstemperatur ist gleich der in Wärmeeinheiten angegebenen Heizkraft dividirt durch die Summe der Gewichtsmengen

sämmtlicher Verbrennungsprodukte, multiplicirt mit der specifischen Wärme derselben. Da nun 1 Thl. Kohlenstoff 2,667 Thle. Sauerstoff erfordert, um 3,667 Thle. Kohlensäure (specifische Wärme = 0,216) zu bilden, so kann die Verbrennungstemperatur des Kohlenstoffs im Sauerstoff berechnet werden:

$$\frac{8080}{3,667 . 0,216} = 10202^0$$

Beim Verbrennen in der Luft kommen noch 9 Thle. Stickstoff (spec. Wärme 0,244) hinzu, daher:

$$\frac{8080}{3,667 . 0,216 + 9 . 0,244} = 2704^0$$

In Wirklichkeit muß aber etwa doppelt so viel Luft zugeführt werden, wenn die Verbrennung vollständig sein soll, folglich (Spec. Wärme der Luft = 0,238):

$$\frac{8080}{3,667 . 0,216 + 9 . 0,244 + 11,667 . 0238} = 1402^0$$

Die zwanzigfache Luftmenge würde ergeben:

$$\frac{8080}{3,667.0,216 + 9 .0,244 + 19(11,667.0,238)} = 143^0$$

Die Kohle wird offenbar verlöschen; „sie wäre ausgeblasen.“ — Kohlenstoff mit dem gleichen Gewichte Wasser versetzt giebt beim Verbrennen im Sauerstoff:

$$\frac{8080-(536+52,5)}{3,667 . 0,216 + 1 . 0,475} = 6710^0, \text{ anstatt } 10202^0$$

Beim Verbrennen in atmosphärischer Luft giebt sie:

$$\frac{8080-(536+52,5)}{3,667 . 0,216 + 9 . 0,244 + 1 . 0,475} = 2452^0, \text{ anstatt } 2704^0$$

Mit der 12fachen Gewichtsmenge Wasser giebt sie:

$$\frac{8080-(12 . 588,5)}{3,667 . 0,216 + 9 . 0,244 + 12 . 0,475} = 117^0$$

Die Kohle würde unter solchen Umständen verlöschen; sie wäre „ausgegossen.“

Außerdem werden bei Zuführung von Wasser wohl stets mehr Gase der Verbrennung entgehen, als bei Anwendung von trockener Kohle. Durch Wasser wird daher unter jeder Bedingung sowohl die Wärmemenge, als auch die Temperatur eines Feuers erheblich verringert. Es ist mithin

eine Verschwendung von Brennmaterial, Kohlen vor dem Verbrennen mit Wasser zu begießen; es sei denn, um feinen Kohlengruß zu nässen, damit derselbe leichter eine compacte Masse bilde und so den Zutritt der Luft weniger hindere, als wenn der Staub trocken aufgeschüttet wird. Gewiß dürfte es sich empfehlen, diesen möglichst gesondert zu verwenden. Staubfreie Kohlen sollten stets trocken gebrannt werden.

Um Koks zu entschwefeln hat Dr. Hofmann*) empfohlen den Koks mit der sehr verdünnten sauren Chlormanganlösung abzulöschen, welche bei der Chlorgasbereitung aus Braunstein und Salzsäure übrig bleibt. Hierbei wird der in den Koks enthaltene Schwefel in Schwefelwasserstoffgas übergeführt, welches entweicht. Bestätigt sich dies, so würde eine derartige Entschwefelung des Koks besonders für die Eisenhüttenpraxis von großer Wichtigkeit sein.

Ueber Holzverkohlung im geschlossenen Raume hat Freiherr Reinhold von Reichenbach in Wien eine längere Abhandlung veröffentlicht**), aus welcher wir in Nachstehendem das Wesentlichste hervorheben. Mit einer geschichtlichen Darlegung des Gegenstandes beginnend, theilt von Reichenbach mit, daß die ersten Versuche der trockenen Destillation des Holzes schon vor mehr als 70 Jahren durch Lebon in Paris ausgeführt worden seien, jedoch ohne bemerkenswerthen Erfolg. Im Jahre 1819 seien dann zu Hausach im Badischen die ersten größeren Holzverkohlungs-Oefen nach dem Principe der trockenen Destillation gebaut worden, doch schon nach wenigen Jahren mußte der Betrieb derselben eingestellt werden, weil man damals keinen genügenden Absatz für die Destillationsprodukte gefunden habe. Unter günstigeren Bedingungen seien vom Jahre 1823 an zwei ähnliche noch größere Kohlenöfen zu Blansko in Mähren in Betrieb gesetzt und fast 20 Jahre ununterbrochen im Betriebe erhalten worden; in denselben habe man hartes Holz destillirt, welches mehr Essigsäure liefere, als weiches Holz. Den gewonnenen Holzessig habe man theils gereinigt, theils zur Bleizuckerfabrikation benutzt, auch für den

*) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 17 von 1873 S. 184.

**) Württembergisches Gewerbeblatt 1873 No. 30 und 31; Dingl. Journal Bd. 209 von 1873 S. 449.

Holztheer habe man Absatz gefunden, dagegen sei die große Masse der bei dieser Verkohlungsmethode entwickelten und abgeleiteten brennbaren Gase, welche ein Viertheil vom Brennwerthe des Holzes selbst ausmachen, unbenutzt geblieben, was die Rentabilität dieser Industrie beeinträchtige. Seit dem Jahre 1840 und bis auf den heutigen Tag seien jedoch die Verhältnisse günstiger, indem man gelernt habe, nicht allein den Bleizucker billiger zu erzeugen, sondern auch den rohen Holzessig selbst besser zu reinigen und ohne zu große Kosten in eine reine concentrirte Essigsäure umzuwandeln; auch die Bestandtheile des Holztheers wisse man besser zu benutzen und ebenso kenne man gegenwätig den hohen Werth brennbarer Gase für die Metallurgie. Nicht zu verkennen ist jedoch anderntheils, daß gegenwärtig das Holz bedeutend theurer ist als früher und große Holzbestände überhaupt immer seltener werden, so daß jedenfalls diese Industrie auf die noch vorhandenen wenigen mit Holzreichthum gesegneten Gegenden beschränkt bleiben muß.

Als Hauptprodukt der trockenen Destillation des Holzes wird von v. Reichenbach die Holzkohle in Betracht gezogen. Durch die trockene Destillation des Holzes im geschlossenen Raume gewinne man zwar nicht mehr und auch keine bessere Holzkohle, als durch die gewöhnliche Meilerverkohlung, doch sei die Behauptung, daß die Meilerkohle besser sei, nicht richtig, nur müsse die Verkohlung im geschlossenen Raume in kleinen Apparaten und langsam ausgeführt werden; dann entweiche zuerst nur das hygroskopische Wasser; hierauf folge sämmtliche Essigsäure als Holzessig und dann erst beginne die reichliche Bildung der sogenannten Brandöle oder des Theers, mit welcher gleichzeitig die Entwicklung der brennbaren Gase auftritt und der Verkohlungsprozeß sich abschließt. Werde die trockene Destillation des Holzes in dem Momente unterbrochen, wo aller Holzessig abgeschieden ist und die Theerbildung eben beginnen würde, so verbleibe im Ofen oder in der Retorte ein Produkt, welches Rothkohle genannt werde und eine Art Holzkohle sei, welche fast alle Bestandtheile des Theers und des brennbaren Gases in fester Form noch in sich enthält. Diese Rothkohle sei für manche Zwecke sehr werthvoll, indem sie bei der Verbrennung bedeutend mehr Hitze entwickelt. — Nach von Reichenbach kann man rohes Holz betrachten als bestehend aus 40 Pfd.

Kohlenstoff, 40 Pfd. chemisch gebundenem und 20 Pfd. hygroskopischem Wasser. Bei der vollständigen Verkohlung durch trockene Destillation erhält man aus 100 Pfd. hartem Holz 20 Pfd. Kohle, 5 Pfd. Theer und 4 Pfd. concentrirte Essigsäure; an Rothkohle liefern 100 Pfd. Holz gegen 40 Pfd. Zur Verkohlung des Holzes kann man sich nach von Reichenbach entweder eiserner Retorten bedienen, oder man baut große sogenannte Verkohlungsöfen aus gewöhnlichen Backsteinen, die ohne Kalkmörtel nur mittelst Lehm und Quarzsand zusammengefügt werden. Die Heizung dieser Oefen geschieht durch eine eiserne Rohrleitung von 12—18 Zoll im Durchmesser, die von außen durch die Seitenwand in den Ofen eintritt, am Boden desselben sich hinzieht und am anderen Ende wieder austritt, so daß das Feuer in den Röhren mit dem inneren geschlossenen Raume in keinerlei Berührung kommen kann. Um die verschiedenen, sich aus dem Holze entwickelnden Gase und Dämpfe abzuführen, dient ein gußeisernes Abzugsrohr, weches nahe am Boden beginnt, durch eine der Seitenwände aus dem Ofen geht und außerhalb als längeres Kühlrohr durch ein Bassin sich hinzieht, das beständig mit frischem Wasser gespeist wird. Am Ende des Kühlrohrs sammelt sich der niedergeschlagene Holzessig in großen Bottichen an, welche in den Erdboden eingesenkt sein können, während die brennbaren Gase bis zu dem Orte fortgeleitet werden, wo sie noch zu nutzbarer Verbrennung gelangen. Dieselben Oefen kann man auch zur Verkohlung von Torf benutzen. Es würde dann nur nöthig sein, den Torf nach gehörigem Austrocknen auf mechanischem Wege in einen dichteren Zustand zu bringen, um eine möglichst feste Torfkohle zu erzielen. Noch besser würde es sein, die Einrichtung dahin abzuändern, daß während der trockenen Destillation selbst beständig starker Druck auf die gesammte Torfmasse ausgeübt würde.

Noch bemerkt von Reichenbach, daß die trockene Destillation des Holzes im Großen gleichzeitig ein ebenso einfaches, als wirksames Hülfsmittel darbietet, um die dauernde Conservirung aller Arten von Bau- und Nutzhölzern zu bewirken. Man habe zu diesem Zwecke nichts weiter zu thun, als dergl. Hölzer in irgend eine geräumige Vorlage (Kasten etc.) zu bringen, in welche die Dämpfe des Holzessigs und Theers aus einem nahen Verkohlungsofen unmittelbar einzuleiten sind.

Kohlensäure

P. Truchot hat neuerdings über den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre*) unter verschiedenen Bedingungen und in verschiedenen Höhen, Untersuchungen angestellt; diese wurden in Clermond-Ferrand, theils auf der Terasse eines Hauses dicht am Eintritt der Limagne, theils auf dem Lande, einige Kilometer von der Stadt entfernt, in den Monaten Juli und August ausgeführt und ergaben folgende Resultate: In je 10000 Volumtheilen der Atmosphäre wurden gefunden:

Auf der Terasse am Tage	3,53	Vol. Kohlens.
„ „ „ während der Nacht. .	4,03	„ „
Auf dem Lande ohne Vegetation am Tage	3,14	„ „
„ „ „ „ Vegetation d. Nachts	3,78	„ „
„ „ „ mit Vegetat. am Tage bei Sonnenschein	3,54	„ „
Auf dem Lande mit Vegetation am Tage bei bedecktem Himmel	4,15	„ „
Auf dem Lande mit Vegetation des Nachts	6,49	„ „

Diese Zahlen beweisen: daß, wie schon de Saussure nachgewiesen hat, die Menge der Kohlensäure am Tage etwas geringer ist, als des Nachts; daß ferner, wie schon Boussingault festgestellt hat, die atmosphärische Luft in der Stadt nicht mehr Kohlensäure enthält, als diejenige auf dem Lande; und daß in der Nähe von Pflanzen mit grünen Blättern in voller Vegetation, die Menge des Kohlensäuregehalts der Luft bedeutend schwankt, je nachdem diese grünen Theile von der Sonne beleuchtet, oder im Schatten, oder ganz im Dunkeln sind, was mit bekannten Thatsachen der Pflanzenphysiologie harmonirt. Im Durchschnitt enthält die Atmosphäre nach Truchot in 10000 Volumen 4,09 Volumen Kohlensäure. De Saussure hatte einen Gehalt von 4,15; — Thenard einen solchen von 4,0; — Verver einen von 4,2; — Boussingault einen von 4,0; — Fr. Schulze einen von nur 2,9 und Henneberg einen von 3,2 Volumen Kohlensäuregas gefunden. Alle diese Resultate beziehen sich auf Luft an der Oberfläche des Bodens, da wo die Vegetation, die Gährungen,

*) Comptes rendus t. 77. p. 673 vom Sept. 1873; Dingl. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 285.

die Verbrennungen etc. die Kohlensäure abwechselnd erzeugen oder zerstören. Bestimmungen, welche Truchot in einer Höhe von 395 Meter über dem Meeresspiegel, ferner auf dem 1446 Meter hohen Gipfel des Puy-de-Dôme und auf dem 1884 Meter hohen Gipfel des Pic Sauch vorgenommen hat, führten zu der Erkenntniß, daß der Gehalt der Luft an Kohlensäure ziemlich schnell und in dem Verhältnisse abnimmt, als man sich in der Atmosphäre erhebt. Nachstehende Angaben der gewonnenen Resultate bestätigen dies: 10000 Volumen Luft enthielten in einer Höhe von:

359 Meter	bei	25°	und	725 mm.	Barometerstand	3,13	Vol.	Kohlens.
1446 „	„	21°	„	638 mm.	„	2,03	„	„
1884 „	„	6°	„	578 mm.	„	1,72	„	„

Wenn man bedenkt, daß sich die Kohlensäure hauptsächlich an der Oberfläche des Erdbodens bildet und überdies bedenkt, daß die Kohlensäure specifisch schwerer ist, als die atmosphärische Luft so kann man ein anderes Ergebniß nicht erwarten.

Zinn.

Um Zinnerze auf ihren Gehalt an Zinn zu prüfen, empfiehlt P. Hart*) 1—2 Gramme des zu prüfenden fein zerriebenen, genau abgewogenen Zinnerzes mit seinem vierfachen Gewichte von geschmolzenem Cyankalium in einer Porzellanschale zu versetzen und zu erhitzen. Nach 15—20 Minuten sind die Oxyde des Zinns und Eisens vollständig reducirt und die Metalle am Boden der Schale im schwammförmigen Zustande vereinigt. Mann gießt das Ganze auf eine eiserne Platte, behandelt die nach dem Erkalten leicht sich ablösende Masse mit Wasser, löst den dabei verbliebenen Rückstand in Salzsäure, fällt aus dieser Solution das Zinn durch metallisches Zink, löst das ausgeschiedene Zinn, nachdem es vorher gut mit Wasser ausgesüßt worden, von Neuem in Salzsäure auf und titrirt es mittels einer Lösung von zweifach chromsaurem Kali bei Gegenwart von Jodkaliumkleister.

*) Chemical News, vol. 27 p. 183; Dingl. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 394.

Zur Abscheidung und Gewinnung des Zinns von den Weißblechabfällen sind bereits mehrere verschiedene Methoden empfohlen worden, die jedoch theils zu umständlich, theils zu kostspielig für die praktische Verwerthung erscheinen.

Sehr einfach ist das in Frankreich patentirte hierauf bezügliche Verfahren von Moulin und Dolé in Chauny*). Hiernach werden die Weißblechabfälle in einem kammerartig abgeschlossenen Raume der Wirkung von Chlorwasserstoffgas, welches aus Kochsalz und Schwefelsäure entwickelt wird ausgesetzt, wobei man nur darauf zu achten hat, daß die Abfälle locker liegen, so daß das Gas dieselben genügend umspülen kann. Das Zinn wird hierdurch in Zinnchlorür verwandelt, das Eisen dagegen kaum merklich angegriffen. Mit wenig Wasser spült man das Zinnchlorür, welches sich leicht in dem Wasser auflöst ab, fällt aus der erhaltenen Zinnchlorürlösung das Zinn durch Eisen aus, sammelt das ausgeschiedene Zinn, süßt es erst mit verdünnter Schwefelsäure, dann mit Wasser aus, trocknet und schmilzt es endlich.

Um Zinnchlorid für Färbereizwecke darzustellen soll man nach Dr. Bronner in Calw**) ein reines von Schwefelsäure und Eisen freies Zinnsalz (Zinnchlorür), wie solches im Handel zu bekommen ist, in seinem gleichen Gewichte von reiner rauchender Salzsäure auflösen, die Lösung mit ungefähr dem vierfachen Gewichte von kochendem Wasser verdünnen und heiß, unter lebhaftem Umrühren, so lange mit kleinen Mengen von chlorsaurem Kali versetzen, bis sich die Flüssigkeit anfängt gelb zu färben und ein Geruch nach Chlor bemerkbar wird. Auf 1 Pfd. reines trockenes Zinnsalz braucht man nur höchstens 90 Gramme chlorsaures Kali oder entsprechend weniger, wenn das Zinnsalz feucht war. Die so erhaltene Flüssigkeit ist nun eine Lösung von Zinnchlorid, welches durch die Einwirkung der Salzsäure und des chlorsauren Kalis aus dem Zinnsalz entstanden ist und ohne weiteres zur Färbereizwecken verwendet werden kann. 1 Pfd. käufliches Zinnsalz liefert hierbei eine

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin, 1873, S. 1138.

**) Württembergisches Gewerbeblatt von 1873 No. 13.

Flüssigkeit, welche ungefähr 560 Gramme Zinnchlorid (wasserfrei, als $Sn\,Cl_4$ gedacht) oder 750 Gramme krystallisirtes Zinnchlorid = $SnCl_4 + 5H_2\Theta$ enthält. Sollte die Flüssigkeit in Folge von zu viel zugesetztem chlorsaurem Kali etwas freies Chlor enthalten, so beseitigt man dieses, indem man etwas Zinnchlorürlösung zutröpfelt. Um sich zu überzeugen, ob das Zinnsalz, welches man zur Darstellung des Zinnchlorids nach der oben beschriebenen Weise verwenden will, genügend rein ist, hat man nur nöthig, eine Probe des Zinnsalzes in mit Salzsäure schwach angesäuertem Wasser zu lösen und den einen Theil der Lösung mit einigen Tropfen einer Ferridcyankaliumlösung, den anderen Theil der Lösung mit einer verdünnten, durch Salzsäure angesäuerten Chlorbaryumlösung zu versetzen. Ferridcyankalium erzeugt in einer Lösung von eisenfreiem Zinnsalz einen rein weißen, in eisenhaltigem einen mehr oder weniger blau gefärbten Niederschlag und durch Chlorbaryum, welches ohne Reaction auf Zinnchlorür ist, wird ein weißer Niederschlag hervorgerufen, wenn das Zinnsalz mit schwefelsauren Salzen (Bittersalz, Glaubersalz, Zinkvitriol) verunreinigt oder verfälscht war. Dr. Bronner empfiehlt den Färbern besonders deshalb die Darstellung des zu ihren Operationen nöthigen Zinnchlorides, weil fast alles im Handel vorkommende Zinnchlorid theils absichtlich mit mehr oder weniger, oft bis zu 20 Proc., Kochsalz versetzt oder sonst nicht genügend rein ist.

Platin.

Bekanntlich kömmt bei analytischen Arbeiten die Platinchloridlösung (Platinsolution) vielfach in Anwendung um das Kali zu fällen und zu bestimmen und es sammeln sich im Laboratorium nach und nach ziemliche Mengen solcher Platinniederschläge, die größtentheils aus Kaliumplatinchlorid bestehen, an. Um nun aus den Platinniederschlägen das Platin wieder zu gewinnen, empfiehlt Knösel*) die betreffenden Niederschläge in einer Porzellanschale mit einer Lösung von Potasche oder Soda oder mit verdünnter Natron-

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin, No. 15 von 1873.

lauge zu übergießen, auf dem Wasserbade zu erwärmen, und allmälig die alkoholischen Waschwässer, welche beim Aussüßen dieser Niederschläge mit verdünntem Alkohol gewonnen werden, zuzugießen. In der alkalischen Flüssigkeit wird durch den Alkohol beim Erwärmen und Umrühren der Platinniederschlag rasch zersetzt, metallisches Platin scheidet sich als schwammige Masse ab, wird mit kochendem Wasser durch Decantirung gut ausgesüßt, getrocknet, gelinde geglüht und durch Auflösen in Königswasser, Eindampfen der Lösung bis zur Syrupconsistenz — und Verdünnen mit Wasser, wieder in Platinsolution zur Ausführung neuer analytischer Arbeiten verwandelt.

Silber.

Um aus Cyansilber-Bädern reines Silber abzuscheiden empfiehlt Dr. Graeger*) derartige unbrauchbar gewordene, aber noch Cyansilber enthaltende Flüssigkeiten zunächst zum Klären hinzustellen, vom Bodensatz in einen geräumigen eisernen Kessel abzugießen, in diesem zu erwärmen und nach und nach mit so viel Eisenvitriol zu versetzen, bis ein schwacher, beim Umrühren nicht wieder verschwindender Niederschlag (von Eisenoxyd) entsteht. Die Flüssigkeit wird sodann zum Sieden erhitzt und wenn es nöthig ist, durch Zusatz von Kali- oder Natronlauge stark alkalisch gemacht, der Eisenvitriol zersetzt sich in der alkalischen Flüssigkeit mit dem vorhandenen Cyankalium zu Ferrocyankalium und tröpfelt man nun zu der alkalischen siedenden Lösung so lange eine Traubenzuckerlösung zu, bis die Flüssigkeit eine braungelbe Färbung angenommen hat, so wird, sobald kein Cyankalium zugegen ist, das Cyansilber durch den Traubenzucker reducirt und fällt, verunreinigt durch Eisenoxyd zu Boden. Man läßt jetzt klären, sammelt den Niederschlag auf einem Filter, süßt ihn gut aus, trocknet und glüht ihn und behandelt endlich die geglühte Masse mit Salpetersäure, welche das Silber auflöst, dagegen das Eisenoxyd größtentheils ungelöst zurückläßt. Die so gewonnene Lösung in Salpetersäure enthält bis auf sehr geringe Spuren alles Silber, welches in dem Cyansilberbade enthalten war.

*) Böttger's polytechnisches Notizblatt No. 14 von 1873.

Quecksilber.

Nach J. Meyer*) soll der schädliche Einfluß des Quecksilbers auf die Gesundheit der Arbeiter dadurch verhindert werden, daß man jeden Abend nach Beendigung der Arbeit 1/2 Liter gewöhnliches käufliches Aetzammoniak (Salmiakgeist) auf den Fußboden der Werkstatt aussprengt. J. Meyer theilt mit, daß er die hierauf bezüglichen Beobachtungen bereits seit 1868, also seit 5 Jahren in den Belegwerkstätten der Spiegelfabrik zu Chauny, welche der Compagnie von Saint-Gobin gehört, angestellt habe und daß in diesen 5 Jahren kein neu eingetretener Arbeiter an Quecksilbervergiftung erkrankt sei, während sich früher die ersten Symptome der Vergiftung oft schon bei Arbeitern gezeigt hatten, nachdem dieselben erst sechs Monate mit dem Spiegelbelegen beschäftigt gewesen. Es wird nun abzuwarten sein, ob sich dieses Mittel wirklich bewährt; jedenfalls ist zu wünschen, daß auch in anderen Spiegelfabriken Versuche damit angestellt werden.

Kupfer.

Auf die interessanten und wichtigen Eigenschaften der sogenannten Phosphorbronze d. h. einer Bronze, die mit etwas Phosphorkupfer versetzt worden ist, haben wir bereits im Jahrg. VII dieses Jahrb. von 1871 S. 357 hingewiesen. Neuere Versuche, welche behufs Ermittelung der Festigkeit und Zähigkeit dieser Legirung in der Königl. Gewerbeakademie zu Berlin, sowie im polytechnischen Institut und in der Geschützgießerei zu Wien**) ausgeführt wurden, haben übereinstimmend ergeben, daß sich die Phosphorbronze in der That durch eine bedeutende Festigkeit vortheilhaft auszeichnet. Bemerkenswerth ist auch die nachstehende von David Kirkaldy in London aufgestellte Tabelle über die Zug- und Dehnungsfestigkeit von aus verschiedenen Materialien gezogenem Draht:

---

*) Comptes rendus, t. 76 p. 648 März 1873; Dingl. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 492.

**) Deutsche Industriezeitung No. 32 von 1873; Dingl. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 186.

Name	Zugbelastung in engl. Pfd. pro eng. Qudrtzll.		Verlängrng. beim Bruch in Procenten	Dehnungen auf 5″	
	ungeglüht	geglüht		ungegl.	geglüht
Kupferdraht	63,122	37,002	34,1	86,7	96
Eisendraht (bestes Holzkohleneisn.)	65,834	46,160	28,0	48,0	87
Stahldraht	120,976	74,637	10,9	22,4	79
Phosphorbronze No. 1 . .	159,515	58,853	46,6	13,3	66
" No. 2 . .	151,119	64,569	42,8	15,8	60
" No. 3 . .	139,141	54,111	44,9	17,3	53
" No. 4 . .	120,957	47,787	34,1	22,3	52
" No. 5 . .	120,950	53,381	42,4	13,0	124
" No. 6 . .	102,739	49,351	37,5	6,7	87

Die verhältnißmäßig geringe Wirkung des Seewassers auf die Phosphorbronze ergiebt sich daraus, daß während beste englische Kupferbleche bei sechsmonatlicher Einwirkung des Seewassers im Mittel 3,058 Proc. Gewichtsverlust erleiden, der Gewichtsverlust bei Blechen von Phosphorbronze unter gleichen Verhältnissen nur 1,158 Proc. beträgt. In Deutschland beschäftigen sich besonders Georg Höper & Co. in Iserlohn mit der Fabrikation und Gießerei der Phosphorbronze.

Blei.

Ueber den Einfluß verschiedener Verunreinigungen auf die Eigenschaften des Bleies giebt G. Brigel*) einige, zum Theil bereits bekannte Mittheilungen, von welchen wir als bemerkenswerth Folgendes hervorheben: Während das im Gebläseofen (Schlackenherd) meistens aus ärmeren Erzen dargestellte Blei gewöhnlich etwas hart erscheint, ist das im Flammenofen erzeugte Blei immer weich, dehnbar und biegsam. Die Härte des Bleies wird hauptsächlich durch die Gegenwart von Schwefel, Antimon und Arsen bedingt, allein durch diese Beimengungen wird die Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit beträchtlich vermindert, doch widersteht solches verunreinigtes Blei weit mehr der Kraft des Zusammendrückens. Auch eine Verunreinigung des Bleies mit einer ge-

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin von 1873 No. 4.

ringen Menge von Bleioxyd, welches dem Metall mechanisch beigemengt sein kann, macht das Blei gegen Druck widerstandsfähiger; kommt es dagegen auf die Dehnbarkeit an, wie z. B. beim Auswalzen des Blei's zu Bleiblech, so muß beim Verschmelzen des Blei's die Bildung von Oxyd vermieden werden. Ein geringer Kupfergehalt modificirt die Weichheit des Blei's nicht; sind aber gleichzeitig Eisen und Schwefel zugegen, so erscheint das Blei hart. Selbst raffinirtes Blei enthält immer sehr kleine Mengen von Schwefel, Eisen, Zinn und Antimon und eine etwas größere Menge von Kupfer. Ist ein Blei ganz frei von Zinn und Antimon, so zeigt es im geschmolzenen Zustande schöne Farbenerscheinungen und überzieht sich mit einer feinen Haut, welche aber zerreißt, wenn die Oberfläche bewegt wird. Das weiche Blei bricht mit faserigem Bruche und die Fläche ist mit schön rothen und blauen Farben durchzogen; ein Zinn-, Zink- oder Antimonhaltiges Blei dagegen erscheint weiß, ohne solche Färbungen. Reines Blei schmilzt bei 330—335° C. und erstarrt ruhig mit eingesenkter Oberfläche. Bis fast zum Schmelzpunkte erhitzt, wird es dann leicht spröde und springt durch einen Hammerschlag in Stücke. Bei Weißglühhitze kömmt es bei gänzlichem Luftabschluß in wallende Bewegung und fängt an zu verdampfen.

Nach einer Mittheilung in Böttger's polytechnischem Notizblatte (von 1873 No. 16) muß das gewöhnliche Hartblei als ein Gemenge betrachtet werden, zusammengeschmolzen aus Blei und Bleiglanz (Schwefelblei); doch könne man sich auch auf die Weise Hartblei bereiten, daß man 5 Gewichtstheile Blei mit 1 Gew.-Thl. Schwefelantimon (Antimonium crudum) zusammenschmilzt. Man gewinnt dabei einen hellen, harten Regulus, durch dessen beliebigen Zusatz zu gewöhnlichem Weichblei, man alle Arten von Hartblei erzeugen kann.

Ueber eine interessante Reaction zur Entdeckung von Bleiglanz in gemengten Erzen berichtet C. Jannettaz.*) Wirft man auf gröblich zerriebenen Bleiglanz ein Bruchstück oder einen Krystall von zweifach schwefelsaurem Kali, so tritt sogleich eine sehr merkliche Entwicklung von Schwe-

*) Comptes rendus, t. 77 p. 838, Octobr. 1873; Dingl. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 188.

felwasserstoff ein. Reibt man beide Substanzen zusammen, so wird der Geruch fast unerträglich. Wird das Kalisalz geschmolzen und 1/2 Stunde lang im Fluß erhalten, so zeigt sich noch dieselbe Wirkung, vielleicht mit etwas geringerer Intensität. Diese Reaction ist um so auffallender, als bekanntlich keine merkliche Schwefelwasserstoffgasentwicklung eintritt, wenn man Bleiglanz mit Schwefelsäure übergießt, selbst nicht, wenn man beide Substanzen mit einander erhitzt. Auch Zinkblende entwickelt beim Zusammenreiben mit zweifachschwefelsaurem Kali einen ziemlich deutlichen aber doch nur wenig intensiven Geruch nach Schwefelwasserstoffgas; dagegen verhält sich das zweifach schwefelsaure Kali ganz indifferent gegen Schwefelantimon (Antimonglanz), Schwefeleisen (Pyrit, Markasit, Magnetkies), Schwefelquecksilber (Zinnober) und gegen Schwefelsilber (Silberglanz), wenigstens kann eine Schwefelwasserstoffgasentwicklung bei Zusammenreiben des Kalisalzes mit den genannten Schwefelmetallen nicht wahrgenommen werden. Boulangerit, Zinkenit, Bournonit, welche Schwefelblei gebunden enthalten, werden ebenfalls nicht zersetzt, dagegen entwickelt sich sofort Schwefelwasserstoffgas, sowie man etwas freies Schwefelblei zufügt.

Von Interesse sind die Mittheilungen des Chemikers der Rhein. Eisenbahn-Gesellschaft in Köln, K. v. Weise, über Bleiweißfabrikation und einige bei unregelmäßigem Betriebe des deutschen Kammerverfahrens auftretende Produkte*). Weise erinnert daran, daß das Bleiweiß hauptsächlich nach drei verschiedenen Methoden fabricirt wird, nämlich nach der alten holländischen Methode, bei welcher das Blei in Pferdemisthaufen der Einwirkung von Essigdämpfen und der durch die Gährung des Mistes entstehenden Kohlensäure ausgesetzt wird, nach der neueren französischen Methode der Fällung des Bleiweißes als sogenanntes Niederschlags-Bleiweiß durch Einleiten eines Kohlensäure-Gasstromes in eine Auflösung von basisch essigsaurem Bleioxyd und nach dem deutschen Verfahren,

*) Monatsschrift des Gewerbevereins zu Cöln 1872 S. 300; Polytechn. Centralblatt 1873 S. 646; Dingl. Journ. Bd. 208 von 1873 S. 434.

wobei gegossene dünne Bleitafeln in geräumigen gemauerten Kammern der Einwirkung von Wasser- und Essigdämpfen, atmosphärischer Luft und Kohlensäure ausgesetzt werden. Die holländische Methode ist sehr unsicher, dem Zufall unterworfen, liefert aber trotzdem durchschnittlich ein Bleiweiß, das sich durch hohe Deckkraft auszeichnet, dagegen einen Stich in's Graue oder Röthliche zeigt. Seine etwas graue Färbung wird verursacht durch einen geringen Gehalt an Schwefelblei, das durch den aus dem faulenden Miste sich mit entwickelnden Schwefelwasserstoff entsteht. — Das nach der französischen Methode dargestellte Bleiweiß ist zwar stets gleichmäßig und blendend weiß, aber von bedeutend geringerer Deckkraft, gleichzeitig ist es lockerer (voluminöser), gewöhnlich etwas krystallinisch und erfordert beim Anreiben mit Firniß zu Oelfarbe erheblich mehr Firniß, so daß es für die praktische Verwendung nicht vortheilhaft ist. — Das nach der deutschen Methode dargestellte Bleiweiß besitzt bei gelungenem Verlaufe des Prozeßes der Bildung eine ebenso hohe Deckkraft, wie das holländische Bleiweiß und ist dabei gleichzeitig sehr schön weiß und amorph. Die deutsche Methode ist die rationellste und es beruht auf Vorurtheil, wenn hin und wieder noch das holländische Bleiweiß als das beste bezeichnet wird. Trotz der Einfachheit der Methode, erfordert dieselbe zum günstigen Verlaufe doch eine sehr sorgfältige Leitung, indem sonst leicht Störungen eintreten, die zur Entstehung eines mangelhaften Produktes Veranlassung geben. Ein gutes Bleiweiß besteht wenigstens annähernd aus: 86,32 Proc. Bleioxyd, — 11,36 Proc. Kohlensäure und 2,32 Proc. Wasser, entspricht daher der Formel: $H_2Pb_3C_2O_8$ (früher $2[PbO, CO_2]+PbO, HO$). Die gute Beschaffenheit eines Bleiweißes hängt ganz besonders davon ab, daß dasselbe einen genügenden Gehalt von Bleioxydhydrat besitzt; tritt dagegen mehr kohlensaures Bleioxyd auf, als der obigen Formel entspricht, so erhält man ein härteres, weniger gut deckendes, mitunter krystallinisches und zuweilen ganz unbrauchbares Bleiweiß und auch die Farbe erscheint dann weniger rein weiß. Die Entstehung dieses mangelhaften Produktes wird namentlich dem Vorhandensein oder der Wirkung eines zu großen Ueberschusses von Kohlensäure zugeschrieben. Fehlt es in der Kammer an Wasser und Essigsäure, so bildet sich neben dem

Bleiweiß stets auch etwas Bleioxyd, welches sehr störend wirkt, indem es der Farbe des Bleiweiß einen wenig geschätzten Stich in's Gelbe oder Röthliche ertheilt. Diese Verschiedenheiten ergeben sich am genauesten bei Vergleichung der nachstehend mitgetheilten Zusammensetzung der verschiedenen Bleiweißsorten und fehlerhaften Produkte:

	Bleioxyd	Kohlensäure	Wasser
Bleiweiß erster Qualität, sogenannte Blume	86,80	11,16	2,00
Bleiweiß zweiter Qualität, noch sehr gut	86,24	11,68	1,81
Bleiweiß dritter Qualität, noch vollkommen brauchbar . .	86,03	12,28	1,68
Krystallinisches Bleiweiß, wenig brauchbar.	83,47	16,15	0,25
Rückstände a. d. Wasch- u. Siebtrommeln, unbrauchbar .	84,69	14,10	0,93
Färbende, das Bleiweiß unbrauchbar machende Oxydschicht .	93,70	5,31	0,90

Bekanntlich ist das schwefelsaure Bleioxyd zwar in reinem Wasser vollständig unauflöslich, löst sich dagegen in verschiedenen salzhaltigen Flüssigkeiten in mehr oder weniger großer Menge auf, so besonders in den Auflösungen des schwefelsauren und weinsauren Ammoniaks, des essigsauren Kalks etc. H. C. Debbits*) hat nun gefunden, daß sich das Bleisulfat auch in einer Lösung von essigsaurem Natron auflösen läßt und zwar in um so größerer Menge, je concentrirter die Natronacetat-Lösung ist.

Eine Lösung, die in 100 Thl. Wasser 2,05 Thle. wasserfreies essigsaures Natron enthält und mit 1 Tropfen Essigsäure angesäuert ist, vermag 0,054 Thle. schwefelsaures Bleioxyd aufzunehmen. Enthält die Lösung auf 100 Thle. Wasser einen Tropfen Essigsäure und 8,2 Thle. wasserfreies essigsaures Natron, so löst sie 0,90 Thle. des Bleisulfates: enthält sie 41 Thle. wasserfreies essigsaures Natron, so nimmt sie 11,20 Thle. des Bleisalzes auf; die Temperatur scheint hierbei keinen

*) Maandblad voor Natuurwetenschappen t. III p. 127; Dingl. Journ. Bd. 210 v. 1873 S. 475.

großen Einfluß auszuüben. Die Lösung des schwefelsauren Bleioxyds in dem essigsaurem Natron giebt sowohl mit Schwefelsäure, als mit essigsaurem Bleioxyd einen Niederschlag, ebenso mit Chlorbaryum und überhaupt mit allen Reagentien, welche in Bleisalzen eine Fällung hervorrufen und wenn man die Bleisulfatlösung mit dem siebenfachen Volumen von starkem Alkohol vermischt, so scheidet sich viel schwefelsaures Natron ab. Bemerkenswerth ist, daß wenn man schwefelsaures Bleioxyd bei gewöhnlicher Temperatur mit einer Lösung von essigsaurem Baryt übergießt, eine Umwandlung in schwefelsauren Baryt und essigsaures Bleioxyd erfolgt. Das Umgekehrte finden nicht statt.

Zink.

Das Zink hat erst seit circa 50 Jahren eine bedeutendere und allgemeinere Anwendung gefunden, nachdem man entdeckt hatte, daß es sich zum Gießen, namentlich zur Herstellung von Hohlguß vorzüglich eignet. Die Zinkgießerei hat sich zuerst in Berlin entwickelt und wird daselbst auch heute noch in hervorragender Vollkommenheit ausgeführt. In Folge dieser wichtigen und nützlichen Verwendung, ist der Consum dieses Metalls und in entsprechender Weise die Production desselben ganz außerordentlich gestiegen und während noch zu Anfang dieses Jahrhunderts kaum 4000 Ctr. Zink jährlich producirt wurden, kann die gegenwärtige Zinkproduktion auf 2½ Millionen Centr. pro Jahr veranschlagt werden.

Zinkoxyd oder Zinkweiß wird zuweilen bei längerem Aufbewahren körnig=sandig und büßt dadurch seine Deckkraft ein. Um solches fast unbrauchbares Zinkweiß wieder gut zu machen, empfiehlt A. Speidel, Apotheker in Neuenstadt a. L., dasselbe in einem Tiegel zum Glühen zu erhitzen, wobei es seine ursprünglichen guten Eigenschaften vollständig wieder gewinnt.

Eisen.

Ueber die Fähigkeit des Roheisens, Stahls und Schmiedeeisens, verschiedene Gase aufzulösen haben L. Troost

und P. Hautefeuille*) eine Reihe interessanter Versuche angestellt, deren bemerkenswertheste Ergebnisse wir in Nachstehendem kurz erwähnen werden. Die Genannten machen zunächst darauf aufmerksam, daß man allgemein annehme, daß Schmiedeeisen, Roheisen und Stahl die Eigenschaft besitzen, bei hoher Temperatur Gase aufzulösen, welche beim Sinken der Temperatur wieder, wenigstens zum Theil, entweichen; nach denselben kann man jedoch hieraus nicht folgern, daß die Gasentwicklung, welche beim Gießen von Roheisen oder Stahl stattfindet, allein auf diesem Entweichen absorbirter Gase beruht und daß in Folge dessen die Gasblasen entstehen, welche man oft in Gußeisen und Gußstahl findet; diese Gasentwicklung sei nämlich oft von einer nachweisbaren Aenderung in der chemischen Zusammensetzung des Gußeisens oder Stahls begleitet, was schon daraus hervorgehe, daß das Aufkochen des Roheisens oder Stahls, wie man sich leicht durch Versuche im Kleinen überzeugen könne, so lange daure, als das Metall geschmolzen bleibe, auch wenn keine merkliche Veränderung der Temperatur stattfinde; auch die Berührung mit den dasselbe umgebenden Gasen bringe diese Erscheinung nicht hervor. Das Gas, welches sich bei diesem Kochen entwickle, sei Kohlenoxydgas und entstehe durch eine zwischen der Kieselsäure der Schlacke und dem Kohlenstoff des Eisens eintretende und sehr langsam fortschreitende Wechselwirkung, wobei der Kohlenstoff des Eisens die Kieselsäure allmälig reducire, sich in Kohlenoxyd verwandle, während das aus der Kieselsäure abgeschiedene Silicium an das Eisen übergehe. Das Eisen werde also hierbei thatsächlich ärmer an Kohlenstoff, dagegen reicher an Silicium. Will man daher, z. B. bei Versuchen, die Einführung von Silicium in geschmolzenes Roheisen oder Stahl verhüten, so muß man zum Schmelzen des Eisens Gefäße von Kalk oder Magnesia anwenden, die keine Kieselsäure enthalten. Im Hohofen beginnt die eben beschriebene Reaction zwischen kohlenstoffhaltigem Eisen und Kieselsäure in der Rast und im Gestell und dauert im Heerde fort, wenn die Wände sehr kieselig sind: sie trägt also jedenfalls zur Anreicherung des Roheisens an Silicium bei, ist jedoch wohl nicht die Hauptursache der Production von siliciumhaltigem Roheisen, da sie

*) Comptes rendus, t. 76 p. 482 u. p. 562; Dingl. Journ. Bd. 208 von 1873 S. 331.

wie schon erwähnt nur sehr langsam von Statten geht. Die wahre Ursache der Production von siliciumhaltigen Roheisen, selbst in einer Atmosphäre von Kohlenoxydgas, besteht vielmehr in der Einwirkung der immer in merklicher Menge in der Beschickung vorhandenen Alkalimetalle auf die Silicate.

Wenn man, wie Troost und Hautefeuille bewiesen haben, nun mit Sicherheit annehmen kann, daß eine Gasentwicklung im geschmolzenen Eisen durch die Einwirkung des Kohlenstoffeisens auf die Kieselsäure oder die Silicate der Ofenwände und Schlacken hervorgerufen wird, so kann man jedoch auch außerdem Gase aus dem geschmolzenen Eisen ausziehen, ohne daß ein Angegriffenwerden der Wände des Ofens oder eingemengter Schlacke stattfindet. Directe Versuche haben ergeben, daß geschmolzenes Roheisen, wenn man es einige Zeit mit Wasserstoffgas in Berührung läßt und dabei im geschmolzenen Zustande erhält, ziemlich viel Wasserstoffgas zu absorbiren vermag, von welchem es jedoch einen Theil beim Erkalten resp. Erstarren wieder abgiebt. Phosphorhaltiges Roheisen absorbirt weniger Wasserstoffgas, als phosphorfreies und bei einem bedeutenderen Siliciumgehalt hört das Absorptionsvermögen fast ganz auf. Kohlenoxydgas wird vom Roheisen unter gleichen Umständen in viel geringerer Menge absorbirt, als Wasserstoffgas. Daß in dem gewöhnlichen Roheisen wirklich Gase eingeschlossen sind, ergab sich daraus, daß ein Cylinder von mit Holzkohle erblasenem Roheisen von 500 Gramm Gewicht beim Erhitzen auf 800°C. im trockenen luftleeren Raume in Zeit von 190 Stunden 16,7 Cubikcentimeter Gase ausgab, nämlich 0,6 Cub. Centim. Kohlensäure, — 2,8 Cub. Centim. Kohlenoxyd, — 12,3 Cub. Centim. Wasserstoff und 1,0 Cub. Centim. Stickstoff. Viel weniger absorbirte Gase enthält der Gußstahl, und das Schmiedeeisen absorbirt im Gegensatz zum Roheisen mehr Kohlenoxydgas als Wasserstoff und besitzt überhaupt ein geringeres Absorptionsvermögen für Gase, als das Roheisen.

Bemerkenswerth ist, nach einer Mittheilung des Dr. E. Priwoznik,*) die von A. Jarolimek nachgewiesene Thatsache, daß eine Gußeisenleitung, welche nahe an 12 Jahre in

*) Anzeiger der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien von 1873; S. 31; Dingl. Journ. Bd. 208 von 1873 S. 132.

der Erde gelegen und zur Beförderung des an Schwefelwasserstoff reichen Mineralwassers nach dem 1/2 Stunde von Hainburg an der Donau gelegenen Bade Deutsch-Altenburg gedient hatte, sehr stark angegriffen erschien, wobei der Schwefelwasserstoff einen wesentlichen Einfluß auf die erfolgte starke Oxydation des Eisens an der inneren Wandfläche der betreffenden Rohre ausgeübt hat. Dadurch bestätigt sich eine Angabe von Bonsdorff, nach welcher Schwefelwasserstoffgas das Rosten des Eisens befördert, indem sich zunächst einfach Schwefeleisen bildet, welches sich dann in schwefelsaures Eisenoxydul umwandelt. Verfasser dieses hat selbst die Erfahrung gemacht, daß ein aus gutem und starkem Eisenblech angefertigter Gasbehälter für Schwefelwasserstoffgas in verhältnißmäßig kurzer Zeit in Folge der Rostbildung an einzelnen Stellen undicht wurde und ganz zerfressen war.

Eisen- und Stahlbereitung.

In neuerer Zeit sind wieder verschiedene Methoden empfohlen worden, um weiches Eisen oder Stahl direct aus Eisenerzen darzustellen, also mit Umgehung des Hohofen- und Puddlings-Prozeßes. Wenn auch die hierauf bezüglichen Bemühungen noch nicht einen durchschlagenden Erfolg erzielt haben, so scheinen nach den hierüber in die Oeffentlichkeit gelangten Mittheilungen, doch bereits Resultate erlangt worden zu sein, die zu der Hoffnung berechtigen, daß die Lösung dieses außerordentlich wichtigen Problems sicher bevorsteht.

Nach Peter v. Tunner*) hat sich bereits seit mehreren Jahren Dr. C. W. Siemens auf den Eisen- und Stahlwerken zu Landore bei Swansea mit diesem Gegenstande beschäftigt und in neuester Zeit bemerkenswerthe Erfolge erzielt. Siemens verwendet zur directen Ueberführung der Eisenerze in weiches Eisen einen rotirenden Regenerativ-Gasofen, der inwendig gut mit feuerfesten Steinen ausgefüttert und in eine hohe Temperatur versetzt wird. Hierauf trägt man in diesen Ofen eine Charge von circa 20 Centner Eisenerz, mit der nöthigen Gattirung, oder versehen mit geeigneten Zuschlägen zur Bildung

*) Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen v. 1873 No. 7 und No. 19; Dingl. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 387 und Bd. 208 von 1873 S. 218.

einer leichtflüßigen Schlacke ein, setzt den rotirenden Heerd in Bewegung und leitet eine intensive Flamme in denselben, um die Charge gehörig zu erhitzen. Hat die Charge den Schmelzpunkt erreicht, so trägt man die zur Reduction nöthige Kohle nach. Es tritt dann eine heftige Reaction ein, wobei viel Kohlenoxydgas entwickelt wird, welches man in dem Ofen durch Zuführung von Gebläseluft verbrennt, um die durch diese Verbrennung entstehende Hitze mit zu verwerthen. Bei dieser Manipulation setzt sich das metallische Eisen aus der geschmolzenen Schlacke bald ab, die flüßige Schlacke wird dann sofort abgestochen und der rotirende Heerd in raschere Bewegung versetzt, um das Eisen zu einem Ballen zu bringen. Die so erhaltene Luppe ist weiches Eisen, kann sofort ausgehoben und zur Luppenpresse geschafft werden; oder sie wird durch Nachtragen von Spiegeleisen wieder aufgelöst und in Gußstahl verwandelt. Nach den Angaben von Siemens kann man nach diesem Verfahren in Zeit von 2 Stunden eine Eisenluppe von 12 Centr. oder in 2 1/2 Stunden dasselbe Gewicht an Stahl erhalten und man consumirt dabei nur 28 Centr. Kohle pr. 20 Centr. Luppeneisen oder 30 Centr. Kohle pr. 20 Centr. Stahl, welches Kohlenquantum etwa die Hälfte von demjenigen ist, das man zur Erzeugung von 20 Centr. Roheisen im Hohofen verbraucht. Aus Eisenerzen von 63 Proc. Eisengehalt gewinnt man bei Anwendung des neuen Verfahrens durchschnittlich 57,91 Proc. des Erzgewichtes weiches Eisen; aus Eisenerzen welche 58 Proc. Eisen enthalten, durchschnittlich 51 Proc. des Erzgewichtes. v. Tunner setzt zwar keinen Zweifel in die Angaben von Siemens, hält es aber doch nicht für wahrscheinlich, daß sich das reducirte Eisen, aus einer wenig Eisen enthaltenden Schlacke sogleich absetzen könne; er glaubt vielmehr, daß sich bei dem beschriebenen Prozeß vorerst ein mehr roheisenartiges Eisen bildet, welches nach Entfernung der eisenarmen Schlacke zunächst gefrischt und dann erst geballt wird.

Rochussen und Daelen*) empfehlen, die Methode der directen Abscheidung des Eisens aus den Erzen mit dem Bessemerprozesse zu verbinden und zu diesem Behufe den unteren

*) The Engineer von 1873 S. 249; Dingl. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 416.

Theil des Converters (der Birne) mit zerkleinertem Eisenerz auszufüttern, in welchem Falle man nur nöthig hat dafür zu sorgen, daß anfangs etwas weniger Luft als beim gewöhnlichen Bessemern in das flüßige Metall gepreßt wird.

Nach Koppmayer*) steht das specifische Gewicht des Bessemerstahles in der Art im Zusammenhange mit dem Kohlenstoffgehalte desselben, daß in dem Verhältnisse, als der Kohlenstoffgehalt zunimmt, das specifische Gewicht geringer wird, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist.

No.	Kohlenstoffgehalt des Stahls in Procenten	Spec. Gewicht des Stahls bei 13° C.
1	0,14	7,9219
2	0,19	7,8784
3	0,30	7,8754
4	0,46	7,8711
5	0,55	7,8632
6	0,57	7,8569
7	0,66	7,8530
8	0,80	7,8434
9	0,87	7,8378
10	0,96	7,8291

Zum Härten des Stahls sind verschiedene Vorschriften empfohlen worden. So soll man nach Kulicke 12 Thle. gepulverte Weinsäure, 60 Thle. Leberthran, 4 Thle. Kohlepulver, 16 Thle. Beinschwarz, 20 Thle. Rindstalg, 10 Thle. gelbes Blutlaugensalz (Ferrocyankalium) und 6 Thle. gebranntes Hirschhorn miteinander mischen und die schwarze teigige Masse in einer Büchse neben dem Schmiedeheerde aufbewahren. Diese Masse dient nicht allein um namentlich Werkzeugstahl zu härten, sondern sie eignet sich auch vorzüglich, um sogenannten verbrannten Stahl wieder brauchbar zu machen, so daß er alle Eigenschaften eines vorzüglichen Stahls besitzt. Man hat nur nöthig den verbrannten Stahl kirschrothglühend zu machen, auf dem Amboß etwas auszuschmieden, in die Masse einzutauchen und dann in Wasser vollständig abzukühlen,

*) Dingl. Journ. Bd. 211 von 1874 S. 22.

um wieder guten Stahl zu bekommen. — Caron*) bringt die bereits früher schon bekannte Thatsache in Erinnerung, daß es nicht nothwendig ist, den Stahl erst übermäßig zu härten und dann durch den Prozeß des Anlassens wieder nach Bedarf weicher zu machen, indem man nur nöthig hat den zum Rothglühen erhitzten, zu härtenden Stahl statt in kaltem, in heißem Wasser abzulöschen. Dabei muß die Temperatur des Wassers nothwendig je nach den Dimensionen des zu härtenden Stahls, sowie der Benutzung, zu welcher derselbe bestimmt ist, verschieden sein, zwischen 50—100° C. Der erforderliche Wärmegrad läßt sich durch einige vorläufige Versuche leicht ermitteln. Hierdurch wird also der Stahl in einer einzigen Operation gleichzeitig gehärtet und angelassen und nimmt eine bedeutende Zähigkeit (Dehnbarkeit) und Elasticität an. Auf ähnliche Weise kann man verbrannten Stahl nach Caron wieder herstellen, wenn man ihn zur Hellrothgluth erhitzt und dann in eine kochende gesättigte Lösung von gewöhnlichem Kochsalz eintaucht, bis er die Temperatur des kochenden Salzwassers (110° C.) angenommen hat. — Siegfried empfiehlt zum Härten des Stahls das nachstehende Verfahren: Zunächst werde der Stahl in einem ganz reinen Schmiedefeuer zur Kirschrothgluth erhitzt, dann mit Kochsalz bestreut, wovon auch etwas in das Schmiedefeuer geschüttet wird. In diesem Zustande bearbeite man den Stahl und unterwerfe ihn so oft der Behandlung mit Kochsalz, bis er hinsichtlich seiner Form fast ganz fertig ist; zuletzt bestreue man nicht mehr mit Kochsalz, sondern mit einer Mischung von 1 Thl. gepulvertem Kochsalz, 1 Thl. gepulvertem Kupfervitriol, 1 Thl. Ammoniaksalz, 1 Thl. gepulverter Soda und 1/2 Thl. reinem gepulverten Kalisalpeter; man bedecke ihn vollständig mit der Mischung, erhitze ihn wieder, hämmere ihn und setze dies so lange fort, bis der Stahl durch und durch raffinirt und in seiner Form vollkommen vollendet ist. Alsdann lege man den Stahl wieder ins Feuer, erhitze ihn langsam zur Kirschrothgluth und tauche ihn in eine Auflösung von 45 Grammen Alaun, 45 Grammen Soda, 45 Grammen Kupfervitriol, 30 Grammen Kalisalpeter und 180 Grammen Kochsalz in 5 Kilo Regenwasser ein.

*) Comptes rendus, t. 77 p. 836 von 1873; Dingl. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 181.

Zum Löthen von Eisen oder Stahl empfiehlt Ph. Rast das Neusilber, wobei man sich mit Vortheil der Anwendung von Borax und eines Lehmbeschlages bediene. Nach Rast wird die Löthstelle mit Neusilber haltbar uud sauber, so daß man dieselbe kaum bemerkt.

Um Eisen oder Stahl auf nassem Wege zu verkupfern und zu verzinnen, kann man nach E. Paul*) auf folgende Weise verfahren: Zunächst werden die zu verzinnenden Gegenstände gut gereinigt und durch Eintauchen in eine Mischung von 1 Thl. Schwefelsäure, 1 Thl. Salpetersäure und 10 Thl. Wasser gebeizt. Während die Gegenstände noch in der Beize liegen, tröpfelt man etwas von einer Lösung von schwefelsaurem oder essigsaurem Kupferoxyd hinzu, doch nur so viel, daß sich die Gegenstände in Zeit von 1 bis 2 Stunden langsam mit einem äußerst schwachen Kupferüberzug bedecken. Hierauf nimmt man die Gegenstände aus der Beize heraus, spült sie sehr gut ab, befeuchtet sie gleichmäßig mit einer Auflösung von 1 Thl. Zinnsalz in einer Mischung von 2 Thl. Wasser und 2 Thl. Salzsäure, läßt den Ueberschuß dieser Lösung abtropfen und bearbeitet die Gegenstände durch Rütteln, Scheuern oder Reiben mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak und gemahlener Kreide. Die erforderliche Lösung des schwefelsauren Kupferoxydammmoniaks erhält man durch Auflösen von 1 Theil Kupfervitriol in 16 Thln. Wasser und Zumischen von so viel Aetzammoniak, als zur Bildung einer klaren dunkel lasurblauen Flüssigkeit nöthig ist. Die auf solche Weise hervorgebrachte Verkupferung ist schön und haltbar und man kann nun die verkupferten Gegenstände leicht verzinnen, indem man sie mit geraspelten Zinkspänen bestreut und mit einer Lösung von 3 Thl. gereinigtem Weinstein und 1 Thl. Zinnsalz in Wasser übergießt und erwärmt. Die Zinnsalzlösung darf jedoch nicht zu concentrirt sein.

Mangan.

Abgesehen von der zur Zeit allgemein anerkannten Bedeutung eines Mangangehaltes in gewissen Eisensorten für die

*) Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt von 1873 S. 91; Dingl. Journ. von 1873 Bd. 208 S. 47.

Verwendbarkeit derselben zur Stahlfabrikation (vgl. dieses Jahrb. Jahrg. VI v. 1870 S. 214; VII v. 1871 S. 372 und IX v. 1873 S. 282), ist das Mangan für sich oder mit anderen Metallen legirt, bisher nicht zur Verwendung gekommen, obschon es nicht an verschiedenen hierauf bezüglichen Vorschlägen gefehlt hat und man breits seit wenigstens 45 Jahren die vorzüglichen Eigenschaften gewisser Legirungen von Mangan mit Kupfer, sowie von Mangan mit Kupfer und Zink kennt. Erst in neuester Zeit hat man angefangen, diesem Gegenstande eine größere Beachtung zu schenken und es ist nicht unwahrscheinlich, daß in einigen Jahren das Mangan als Bestandtheil verschiedener, namentlich kupferhaltiger Legirungen eine wirkliche praktische Verwendung finden wird. Die erste Notiz hierüber in unserem Jahrbuche findet sich im Jahrg. II v. 1866 S. 241, wo wir über eine Mittheilung von O. C. Prieger in Bonn, die Darstellung einer Legirung von Mangan und Kupfer betreffend referirten (s. die citirte Stelle). Inzwischen sind im Jahre 1870 von J. F. Allen einige auf diesen Gegenstand bezügliche Angaben*) veröffentlicht worden, von denen wir bis jetzt noch keine Notiz genommen haben. Allen stellte eine Reihe von Legirungen von Mangan und Kupfer dar, indem er reines aus Manganchlorürlösung abgeschiedenes Manganoxyd oder kohlensaures Manganoxydul mit feingepulvertem Kupferoxyd (nicht mit metallischem Kupfer) und feinem Holzkohlenpulver mengte und das Gemenge in einen Graphittiegel einer mehrstündigen intensiven Hitze aussetzte. Er gewann auf diese Weise z. B. eine Legirung von 25 Proc. Mangan und 75 Proc. Kupfer. Diese Legirung zeichnete sich durch ihre helle Farbe und ihre Festigkeit aus, ließ sich jedoch leicht auswalzen; dann schmolz er die Legirung von Mangan und Kupfer mit Zink zusammen und erhielt sehr schöne Legirungen, welche beliebig im kalten oder heißen Zustande ausgewalzt werden konnten und in ihren Eigenschaften dem Neusilber nahe stehen.

Einen ferneren Beitrag zu sogenannten Metallurgie des Mangans hat im Jahre 1872 Hugo Tamm**) ge-

*) Chemical News, vol. 22 von 1870 S. 194; Dingl. Journ. Bd. 198 S. 517.

**) Chemical News, vol. 26 von 1872 S. 111; Dingl. Journ. Bd. 206 von 1872 S. 136.

liefert. Nach demselben kann man das metallische Mangan in folgender Weise im größeren Maßstabe aus seinen Erzen abscheiden: Zunächst bereitet man sich einige Präparate, welche als Zuschlag oder Flußmittel dienen; das eine von diesen Präparaten, „weißer Fluß“ genannt, erhält man, indem man 63 Thle. gemahlenes Glas, 18,5 Thle. Aetzkalk und 18,5 feingemahlenen Flußspath auf das Innigste mit einander vermengt. Ein zweites Präparat, welches Tamm „grüner Fluß“ nennt, soll dargestellt werden, indem man 34 Thle. weißen Fluß auf das Innigste mit 5,5 Thln. Kienruß oder gutem Ofenruß und 60,5 Thln. gutem weichem Braunstein (Pyrolusit) zusammenmischt und in einem bedeckten Tiegel einer heftigen anhaltenden Schmelzhitze aussetzt, so daß die Masse schmilzt. Hierbei wird ein Theil des Braunsteins reducirt und man erhält 17,5 Thle. Rohmangan, zugleich mit einer schön olivengrünen Schlacke, welche fein gepulvert und als grüner Fluß in nachstehender Weise verwendet wird. Um nämlich größere Quantitäten von metallischem Mangan zu produciren, benutzt man feuerfeste Schmelztiegel, welche eine mehrstündige Weißglühhitze zu ertragen vermögen, belegt jedoch die innere Wandung der Tiegel, zum Schutze gegen die zerstörende Wirkung des Flußmittels auf die Tiegelsubstanz, 10 bis 13 Millimeter dick mit einem breiförmigen innigen Gemenge von 3 Thln. Graphit, 1 Thl. feuerfestem Thon oder gutem Lehm und dem nöthigen Wasser. In diese Tiegel trägt man sodann eine Mischung ein, welche durch inniges Zusammenmengen von 1000 Thln. gutem gemahlenen Braunstein, 91 Thln. Kienruß oder Ofenruß und 635 Thln. grünem Fluß, mit so viel gewöhnlichem Rüboel (oder irgend einem anderen Oel), daß die Masse etwas feucht erscheint, bereitet worden ist. Diese Mischung darf jedoch nur kurze Zeit vor dem Eintragen oder Einfüllen in die Tiegel hergestellt werden, da sie sich, besonders in Berührung mit der Luft leicht von selbst entzündet und dann zum Schmelzen untauglich wird. Sollte dieser Fall eintreten, so müßte man nochmals circa 45 Thle. Kienruß oder guten Ofenruß und etwas Oel dazumischen. Beim Eintragen in die Tiegel wird die Mischung ein wenig zusammengedrückt und mit einem runden dicken Holzdeckel bedeckt, welcher zwar beim Schmelzen verkohlt, ohne jedoch dabei den Zusam-

menhang zu verlieren, so daß die Beschickung dadurch gut geschützt bleibt und man den entstandenen Kohlendeckel noch mehrmals gebrauchen kann. Außerdem verschließt man die Tiegel noch mit je einem aus Thon oder Graphit angefertigten Deckel, welchen man mit feuerfestem Thon oder gutem Lehm in der Art auflutirt, daß eine kleine Oeffnung bleibt, aus welcher die sich beim Schmelzen entwickelnden Gase entweichen können. Hierauf setzt man den oder die Tiegel in einen Wind- oder Gebläseofen, erhitzt anfangs, so lange als noch viele Gase entweichen nur zum gelinden Glühen, steigert, nachdem die Gasentwicklung nachgelassen hat, die Hitze bis zur Weißgluth und unterhält diese Gluth mehrere Stunden lang, wobei der Braunstein, indem die Masse schmilzt, zu metallischem Mangan reducirt wird. Man läßt sodann das Feuer abgehen und öffnet den Tiegel erst nachdem er erkaltet ist. Die erstarrte Schmelze läßt sich leicht aus demselben herausklopfen; sie besteht aus einem Regulus von metallischem Mangan und blätterig-krystallinischer, schön olivengrün gefärbter Schlacke, welche im gepulverten Zustande, wenn man reichhaltigen Braunstein benutzt, öfters wieder von Neuem als grüner Fluß verwendet werden kann, wobei man diesebe, um sie leichtflüssiger zu machen, jedesmal mit $^1/_{10}$ ihres Gewichtes von weißem Fluß versetzt. Am besten gelingt die Schmelzung des Mangans, wenn man zuerst den Braunstein und den Kienruß auf das Sorgfältigste zusammenreibt, dann den grünen Fluß flüchtig dazu mengt und erst zuletzt die Mischung mit Oel gleichmäßig befeuchtet. Aus 1000 Thln. gutem Braunstein gewinnt man 420 Thle., oder fast den ganzen Gehalt des Braunsteins, an Manganmetall; man muß jedoch Kienruß oder Ofenruß anwenden, indem Holzkohlenpulver den Braunstein nur zu Manganoxydul, nicht zu metallischem Mangan zu reduciren vermag. Das so gewonnene Mangan wird von Tamm Rohmangan oder Gußmangan, cast manganese genannt, weil es wie das Gußeisen noch unrein ist. Bei Anwendung eines käuflichen Braunsteins, welcher 79,50 Proc. Mangansuperoxyd, 6,50 Proc. Eisenoxyd; 3,50 Proc. Wasser und 10,50 Proc. Bergart enthielt, was einem Gehalte von 50,5 Proc. metallischem Mangan und 4,3 Proc. metallischem Eisen entspricht, erhielt Tamm ein Rohmangan, welches zusammengesetzt war

aus 96,90 Proc. Mangan, 1,05 Proc. Eisen, 0,10 Proc. Aluminium, 0,05 Proc. Calcium, 0,05 Proc. Phosphor, 0,05 Proc. Schwefel, 0,85 Proc. Silicium und 0,95 Proc. Kohlenstoff. Durch Umschmelzen dieses Rohmangans im gröblich gepulverten Zustande mit ungefähr dem achten Theile seines Gewichtes kohlensaurem Manganoxydul in einem gut bedeckten feuerfesten Tiegel, gewinnt man das raffinirte Mangan, welches neben 99,910 Proc. Mangan nur noch 0,05 Proc. Eisen, 0,015 Proc. Silicium, 0,025 Proc. Kohlenstoff und Spuren der anderen Verunreinigungen enthält.

Wir haben jedoch oben, bei Mittheilung der Versuche von Allen gesehen, daß man, um Legirungen von Mangan mit Kupfer oder mit Kupfer und Zink darzustellen, nicht nöthig hat, erst das metallische Mangan abzuscheiden, indem man diese Legirungen direct aus Manganoxyd oder kohlensaurem Manganoxydul hervorzubringen im Stande ist. Die Angaben von Allen finden volle Bestätigung in einem Berichte des Dr. A. R. von Schrötter*) über diesen Gegenstand. In diesem Berichte beansprucht Schrötter die Priorität des Verfahrens zu Darstellung von Kupfermangan- und anderen Manganlegirungen in größerem Maßstabe für Herrn von Gersdörff, welcher im Jahe 1849 gestorben ist. Dieser Herr hatte dem Herrn von Schrötter schon im Jahre 1848 eine ziemlich weiße, etwas ins Röthliche spielende Metalllegirung gezeigt, welche aus Mangan und Kupfer im Verhältnisse von 1 zu 4 bestand. In Folge dessen hatte dann Schrötter selbst Versuche zur Darstellung solcher Manganlegirungen mit bestem Erfolge ausgeführt. Das Verfahren des Herrn von Gersdorff bestand darin, daß derselbe 2 Thle. Kupferhammerschlag, 1 Thl. geglühten Braunstein und so viel Kohle, als zur Reduction nöthig war, gut miteinander mischte, die Mischung in einem Graphittiegel mittelst eines Windofens 6—8 Minuten heftig glühte und dann, um die Legirung im geschmolzenen Zustande zu gewinnen, das Glühen in einem Gebläseofen fortsetzte. Auch von Schrötter bediente sich bereits vor circa 24 Jahren eines analogen Verfahrens, indem er in Graphittiegeln innige

*) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften Bd. 63 von 1871, Märzheft; Dingl. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 355.

Mischungen von Manganoxydulozyd, Kupferoxyd und Kohle einer starken anhaltenden Glühhitze aussetzte. Er bereitete z. B. eine Legirung von 80 Thln. Kupfer und 18 Thln. Mangan, welche sich leicht mit Werkzeugen bearbeiten, auswalzen, drehen und drücken ließ, sich an der Luft nicht veränderte, von Schwefelsäure, die mit ihrem doppelten Volumen Wasser verdünnt worden, selbst beim Kochen nur wenig angegriffen wurde, auch der Wirkung der Salzsäure zu widerstehen vermochte, dagegen von Salpetersäure leicht angegriffen wurde. Durch Zusammenschmelzen mit Zink bereitete er ferner eine Legirung, die aus 64 Proc. Kupfer, 20 Proc. Zink und 16 Proc. Mangan bestand. Diese Legirung besitzt eine schöne weiße Farbe, wie gutes Packfong oder Neusilber, läßt sich leicht poliren und widersteht den Säuren und der Luft gut, sodaß man sie mit Vortheil anstatt Neusilber technisch verwenden könnte.

Auch Dr. John Percy hat bekannt gemacht, daß er bereits vor 20 Jahren einer der ersten Neusilberfabriken Englands ein Verfahren mitgetheilt habe, um eine dem Neusilber ähnliche Legirung statt mit Nickel, mit Mangan zu fabriciren. Die Versuche, welche damals angestellt worden, seien von den besten Erfolgen begleitet gewesen, jedoch nicht zur praktischen Ausführung benutzt worden. Percy giebt jedoch über sein Verfahren keinen Aufschluß.

Nickel.

Die Nickelproduction, obschon ziemlich beschränkt, genügte bisher zur Deckung des Bedarfs an Nickel, welches hauptsächlich zur Fabrikation von Neusilber und anderen Legirungen verwendet wird. In Folge dessen war auch der Preis für metallisches Nickel, in Rücksicht darauf, daß die Abscheidung desselben aus seinen Erzen viele Manipulationen erfordert, verhältnißmäßig niedrig, nämlich 2 2/3 Thlr. pr. Kilogr. Dieses günstige Verhältniß hat sich in rapider Weise geändert, nachdem durch das deutsche Münzgesetz vom 9. Juli 1873 festgesetzt ist, daß die 5 und 10 Pfennigstücke aus einer nickelhaltigen Legirung geprägt werden sollen. Der Preis für metallisches Nickel ist seitdem beinahe um das Vierfache gestiegen und beträgt jetzt circa 10 Thlr. pr. Kilogr. Diese Thatsache

ist auffallend, wenn man bedenkt, daß bereits in der Schweiz, in Belgien und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika seit Jahren Nickelmünzen in großen Mengen geprägt worden sind, ohne daß hierdurch der Nickelpreis eine so enorme Steigerung erhalten hat. Es läßt sich jedenfalls leicht nachweisen, daß in den letztverflossenen Jahren die Neusilberindustrie sich ganz außerordentlich gehoben hat und daß die verschiedenartigen Neusilberwaaren, die im versilberten Zustande den echten Silberwaaren täuschend ähnlich sind, immer allgemeiner und in immer wachsendem Verhältnisse in Anwendung kommen, also auch der Nickelbedarf hierfür stetig zugenommen hat. Dazu kommt nun noch, daß das Nickel auch zu feineren Maschinentheilen, in der Uhrenfabrikation, zur Herstellung chirurgischer Instrumente, zur sogenannten Vernickelung anderer Metalle auf galvanischem Wege &c. eine nicht unbedeutende Verwendung findet, so daß der in Aussicht stehende, zum Theil bereits zu deckende sehr bedeutende Bedarf an Nickel zur Vermünzung nicht mit genügender Schnelligkeit beschafft werden kann. Alle diese Umstände müssen, indem sie zusammenwirken, eine Preiserhöhung veranlassen; dennoch ist kaum zu bezweifeln, daß diese Preiserhöhung keine so bedeutende gewesen wäre, wenn nicht die Speculation zur Herbeiführung derselben thätig gewesen wäre. Es ist also zu hoffen, daß diese Verhältnisse durch welche die Neusilberwaaren-Industrie empfindlich betroffen und gefährdet wird, nicht anhalten werden. Vielleicht geben diese Mißstände den Impuls einestheils zur theilweisen Benutzung des Mangans, an Stelle des Nickels (s. oben S. 279), anderntheils zur Aufsuchung von noch mehr Lagerstätten von Nickelerzen. Letzteres bezieht sich weniger auf Europa als auf Amerika. Bis jetzt wird in den Vereinigten Staaten von Nordamerika eine einzige Lagerstätte von Nickelerz ausgebeutet; es ist dies die Nickelgrube Gap in der Grafschaft Lancaster in Pennsylvanien. Diese Grube ist außerordentlich reich an Kupfernickel, doch hat man daselbst erst vor ungefähr 17 Jahren angefangen, das Nickel abzuscheiden. Gegenwärtig werden dort monatlich 400—500 Tonnen Nickelerz zu Tage gefördert und verarbeitet und zu diesem Zwecke in der Grube und an den Oefen 175 Mann beschäftigt. Während früher viel Nickel aus Deutschland nach Amerika ausgeführt wurde, vermag die genannte Grube nicht

allein den Nickelbedarf im Lande zu decken, sondern producirt ein ziemlich ansehnliches Quantum Nickel zum Export.

Aluminium.

Alaunbereitung. — C. M. Kurtz hat die Alaunfabrikation zu Montioni ausführlich beschrieben.*) Nach Kurtz wird der wegen seiner Reinheit geschätzte sogenannte römische oder kubische Kalialaun nicht allein zu Tolfa und Pozzuoli, sondern auch, in vorzüglichster Qualität zu Montioni bei Massa marittima in der Grossettanischen Maremma fabricirt. Montioni liegt in einem Einschnitte zwischen unbedeutenden Hügeln nahe am Meer, aber sehr einsam, umgeben vom marremmanischen Urwald. Gearbeitet wird nur 7 Monate, wie fast überall in den Etablissements in der Maremma, da von Juni bis October, wegen der dort sehr schlimmen Malaria es Niemand aushalten würde. Das Rohmaterial zur Darstellung des Alauns ist ein Alaunstein oder Alunit, der wahrscheinlich aus einem Schiefer, in Folge der Einwirkung der Schwefelsäure, die aus Schwefelwasserstoff entstanden ist, sich bildete. Dieser Alaunstein wird gegenwärtig kunstgerecht bergmännisch abgebaut, gewöhnlich durch Sprengung, indem der gute Alaunstein, der alle Bestandtheile des Alauns nebst überschüssigem Thonerdehydrat enthält, an Härte dem Quarz gleichkommt. Der zu Tage geförderte Alaunstein ist gewöhnlich nur theilweise brauchbar; es finden sich darin Stücken eines Gesteins, welches zwar äußerlich von gutem Alaunstein nicht zu unterscheiden ist, jedoch zu wenig Alkali enthält. Man sortirt daher zunächst die aus den Gruben kommenden Alunitbrocken und beseitigt diejenigen, welche weicher sind und ein geringeres spec. Gewicht besitzen. Hierauf erhitzt oder röstet man den Alunitstein in Oefen, ähnlich unsern periodischen Kalköfen, deren immer mehrere neben einander stehen und wovon je zwei eine Mauer gemeinsam haben. Als Feuerung dient Reißig oder sonst werthloses Holz. Der Feuerungsraum ist circa 1½ Meter hoch und der zu röstende Alaunstein wird circa 1 Meter hoch darin aufgewölbt. Das Brennen dauert höchstens 10

*) Dingl. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 358.

Stunden, so lange, bis sich saure Dämpfe zu zeigen beginnen. Hierbei verliert der Alunit sein Wasser; die überschüssige Thonerde trennt sich von dem gebrannten Alaun und wird unlöslich. Der so gebrannte Alunit wird, nachdem er erkaltet ist, circa 1/2 Meter hoch auf lange, nach der Mitte hin sich vertiefende gepflasterte Fluren, die längs der Oefen angelegt worden, ausgeworfen und von den nicht völlig gebrannten oder sonst verdächtigen Stücken, die man heraussucht befreit. Auf den Fluren übergießt man ihn, wenn es nicht regnet täglich mehrmals mit Wasser, sticht in fleißig um und behandelt ihn auf diese Weise so lange, bis er mürbe wird und zerfällt, was in circa 40 Tagen erfolgt. Der so vorbereitete Alunit kann jetzt extrahirt werden, wozu in Montioni zwei Kessel dienen, die abwechselnd im Betriebe sind. Die Kessel haben eine glockenartige Form, eine Tiefe von mindestens 3 Meter und am oberen Rande eine Breite von 2 Meter. Der untere, dem Feuer ausgesetzte Theil der Kessel ist aus Gußeisen, der größere obere Theil ist aus Backsteinen mit Kalk und Puzzolane gemauert. Man füllt den Kessel, der in Betrieb kommen soll, bis auf 1/2 Meter unter dem Rande mit Wasser oder Mutterlauge an, erhitzt es zum Sieden und trägt etwa 700 Kilogr. des gebrannten Alunits ein, erhält nach dem Eintragen die Temperatur auf 70° C., arbeitet dabei die Masse mit einer sehr großen Schaufel durch und schöpft gleichzeitig den ungelösten Rückstand oder Schlamm auf eine neben dem Kessel befindliche schiefe Fläche aus, von welcher aus die Lösung wieder in den Kessel zurücktropft. Die große Schaufel wird durch eine sehr primitive mechanische Vorrichtung auf und nieder bewegt. Ist die Lösung genügend concentrirt und der Schlamm möglichst ausgeschöpft, so läßt man dieselbe aus einer ziemlich unten im Kessel befindlichen Abflußöffnung in die Krystallirgefäße abfließen; es sind dies 2 Meter lange und ebenso breite und tiefe Kasten von Eichenholz mit Werg und Theer gedichtet und durch Balken und Keile zusammengehalten. In diesen Kasten verbleibt die Lauge 2 Wochen lang, wobei sich aller Schlamm zu Boden setzt, während am oberen Theil der Kastenwände, sowie an zahlreich eingehängten Stäben und Schnüren, der Alaun in schönen, farblosen, großen Octaëdern herauskrystallirt. Mutterlauge und Schlamm werden in den

Kessel zurückgebracht. Die Alaunkrystalle hingegen werden abgeklopft, mit etwas Wasser abgespült und getrocknet. Man gewinnt von je 100 Thln. gutem Alaunstein nur 14—15 Thle. solchen Alauns. Die ganze Production in Montioni betrug im Jahre 1872—1873 nur 96000 Kilogr. Alaun.

Thon.

C. Bischof hat seine Arbeiten über die feuerfesten Thone auch im Jahre 1873 in ersprießlicher Weise fortgesetzt. Ihm erscheint zwar die Ermittelung der absoluten Festigkeit eines Thones, oder die Bestimmung des Grades der Schmelzbarkeit desselben immer als die erste bedingende Frage, die man an ein in dieser Beziehung noch nicht bekanntes Material zu stellen hat; doch kann man, wenn es sich um die praktische Verwendung des fraglichen Materials handelt, bei der bloßen Ermittelung der absoluten Festigkeit desselben noch nicht stehen bleiben, da es ja in der Praxis selten vorkommt, daß ein feuerfester Thon oder ein solches Material nur einer reinen Hitze ausgesetzt werden soll. Man hat daher hauptsächlich auch zu berechnen, wie sich ein Thon in der Hitze zu denjenigen Stoffen oder Materialien verhält, mit denen er bei gewisser praktischer Verwendung nothwendig in Berührung kommen muß; also z. B. das Verhalten eines Thons gegen Glasgemenge oder geschmolzenes Glas, oder das Verhalten desselben gegen Schlacken, Metalle oder Metalloxyde, Salzbasen oder Salze, gegen Asche und deren Beimischungen, gegen alkalische Dämpfe, gegen reducirende oder oxydirende Einflüsse 2c. Die Veränderungen, welche ein Thon unter derartigen Einwirkungen erleidet, hat die technische Sprache bereits mit verschiedenen Namen bezeichnet, so z. B. spricht man von vorkommender „Verglasung" des Thons im engeren oder weiteren Sinne, oder von vorkommender „Verschlackung", vorkommender „Corrodirung". Diese verschiedenen, in der Praxis wohlbekannten Veränderungen, welchen die Thone unter gewissen Einflüssen ausgesetzt sind, treten ein in Folge einer stattfindenden geringeren oder größeren Auflösung einzelner oder mehrerer Thonbestandtheile und können sich steigern zu einer völligen Widerstandslosigkeit der Thonmasse, im Gegensatze zu der Feuerbeständigkeit derselben. — C. Bischof hat sich nun die Er-

mittelung von Prüfungsmethoden der feuerfesten Thone in ihrem Verhalten gegen die verschiedenen Berührungsmittel in hohen Hitzgraden zur nächsten Aufgabe gestellt und zunächst die Einwirkung flüssigen Glases auf verschiedene feuerfeste Thone*) einer speciellen Erörterung unterzogen. Zu diesem Behufe empfiehlt er folgendes vergleichende Verfahren als das geeignetste, um den Einfluß zu ermitteln, welchen das Glas im Feuer auf die Thone ausübt und um die dabei bemerkbaren Unterschiede und sich ergebenden Gesetzmäßigkeiten in bestimmten Zahlenwerthen ausdrücken zu können: Er versetzt den in dieser Beziehung zu prüfenden Thon mit ½, 1, 2, 4, 6 und mehr Procent feinsten Glaspulvers, mengt Thon und Glaspulver auf das Innigste miteinander, erst trocken und dann im breiartigen Zustande, trocknet die Gemenge, zerreibt sie von Neuem und formt aus einer bestimmten abgemessenen Menge, Proben in Gestalt kleiner Cylinderchen. Die Cylinderchen werden mit einer Nummer bezeichnet, die dem Glaszusatze entspricht. Sodann setzt er diese mit den zunehmenden Glasmengen dargestellten Proben einer heftigen Glühhitze aus und beobachtet die dabei stattfindenden Veränderungen. Um nun betreffs dieser Veränderungen ein für die verschiedenen Thone zur Vergleichung characteristisches Merkmal zu haben, wählte Bischof denjenigen Grad der Veränderung, bei welchem das Probecylinderchen eine deutlich eingetretene Formveränderung erkennen läßt, welche entsteht durch eine mit größerer oder stärkerer Porigkeit oder Blasigkeit verbundene Aufblähung und mit welcher gewöhnlich auch eine Farbenveränderung und Entstehung eines lebhaften Glanzes (Glasirung) gleichzeitig zur Wahrnehmung kommt. Als geeignete Temperatur zur Ausführung derartiger Versuche bezeichnet Bischof annähernde Platin-Schmelzhitze.

Bei der Prüfung verschiedener Normalthone in der beschriebenen Weise, hat nun Bischof folgende Hauptresultate erhalten: der Grünstädter Glashafenthon (vgl. Jahrg. VI dieses Jahrb. v. 1870 S. 237 und Jahrg. VIII von 1872 S. 307) verträgt einen Zusatz von 16 Proc. Glas, bevor

---

*) Dingl. Journ. Bd. 208 von 1873, S. 51.

er in der hohen Glühhitze die als Norm für die Vergleichung bezeichnete Formveränderung (s. oben) erleidet; bei dem Mühlheimer Thon (vgl. Jahrg. VI S. 236 und Jahrg. VIII S. 307) tritt derselbe Punkt oder die sogenannte Schmelzbarkeit durch Glas, schon bei 14 Proc. Glaszusatz ein; ferner ist die Schmelzbarkeit durch Glas beim hessischen Thon = 2 (d. h. sie wird schon bei 2 Proc. Glaszusatz herbeigeführt); beim Thone von Niederpleis = 0 (d. h. dieser Thon verändert sich schon ohne Glaszusatz in der hohen Temperatur); bei dem besten belgischen Thone = 18 (dieser Thon verträgt 18 Proc. Glaszusatz, bevor die Probe die characteristische Formveränderung zeigt; er übertrifft hiernach den Grünstädter Thon); bei Sorte I des Klingenberger Thons = 18; bei Sorte II des Klingenberger Thons = 14; bei dem Löthayner Glashafenthon = 14—16; beim Stourbridge Thon = 10. — Bischof zieht aus den Resultaten seiner Versuche den Schluß, daß im Allgemeinen die geringere oder größere Schmelzbarkeit eines Thones durch Glas, durch dessen höhere oder tiefere pyrometrische Stellung bedingt wird, wobei jedoch der Unterschied zwischen den besseren und guten Sorten von Glashafenthonen weniger scharf hervortritt, als zwischen den guten und geringeren Sorten dieser Thone. Daß jedoch Ausnahmen vorkommen, zeigt der Vergleich des Mühlheimer und Grünstädter Thons. Der Mühlheimer Thon ist im unvermischten Zustande etwas schwerer schmelzbar als der Grünstädter, ergiebt dagegen mit Glas vermischt eine etwas leichtere Schmelzbarkeit durch Glas, als der letztere. Hiernach erscheint es vollkommen gerechtfertigt, daß man in der Praxis dem Grünstädter Thon, als Glashafenthon den Vorzug giebt.

Auch den Einfluß der Eisenschlacke auf verschiedene feuerfeste Thone in hohen Hitzegraden hat C. Bischof durch eine Reihe von Versuchen ermittelt*), wobei die Versuche in durchaus analoger Weise ausgeführt wurden, wie diejenigen mit Glas (s. oben S. 287). Die dazu benutzte Eisenschlacke war zusammengesetzt aus 33,97 Proc. Kieselsäure — 10,60 Proc. Thonerde — 3,84 Proc. Eisen-

*) Dingl. Journ. Bd. 208 von 1873 S. 445.

oxydul — 9,18 Proc. Manganoxydul — 38,93 Proc. Kalk — 2,10 Proc. Magnesia — 0,159 Proc. Phosphorsäure — 0,783 Proc. Schwefel. Zur Ausführung der Proben wurde Platin-Schmelzhitze angewandt und es wurden die Proben zweimal dieser Schmelzhitze ausgesetzt. Als characteristisches Moment zur Vergleichung ist auch hier derjenige Grad des Einflusses der Schlacke angenommen, wo in der erwähnten Hitze die Probe eine deutliche Formveränderung zeigt, welche in Folge einer durch größere Porigkeit oder Blasigkeit hervorgerufenen Aufblähung entsteht. Die Versuche ergaben folgendes Resultat:

Der Thon von Niederpleis ist = 0, d. h. er verändert sich schon ohne Zusatz von Schlacke bei der hohen Temperatur; der hessische Thon ist = 1, d. h. er erleidet schon durch einen Zusatz von nur 1 Proc. Eisenschlacke eine Herabstimmung seiner Feuerbeständigkeit in der Art, daß er die characteristische Formveränderung in der Platin-Schmelzhitze zeigt; beim Mühlheimer Thon ist die Schmelzbarkeit durch Eisenschlacke = 5, d. h. sie tritt bei einem Zusatze von 5 Proc. der Eisenschlacke ein; beim Grünstädter Thon ist sie = 5—6; beim Saarauer Thon II = 6; beim belgischen Thon = 6—7; bei der Garnkirker Hohofensteinmasse = 8; beim Saarauer Thon I = 13; beim Zettlitzer geschlämmten Kaolin = 14 (vgl. über die Feuerbeständigkeit dieser Normalthone Jahrg. VI S. 231 und Jahrg. VIII S. 305). Dieselben Versuche mit diesen Normalthonen führte Bischof noch mit zwei anderen Eisenschlacken aus, nämlich mit einer sehr basischen 54 Proc. Kalk enthaltenden strengflüssigen Bessemer-Eisenschlacke und mit einer bei weißem Schieneneisen erblasenen 41 Proc. Kalk enthaltenden Schlacke. Aus diesen Versuchen ergab es sich, daß die stark basische Bessemerschlacke am stärksten herabstimmend auf die Feuerbeständigkeit der Thone einwirkte. Als Hauptergebniß der obigen Prüfungen ist hervorzuheben, daß die Eisenschlacke die Feuerbeständigkeit der Thone in weit eingreifenderer, stärkerer und augenfälligerer Weise vermindert, als das Glas; diese Wirkung der Eisenschlacke kann als eine ungefähr doppelt so große, im Vergleiche zur Wirkung des Glases bezeichnet werden. Je höher die angewendete Prüfungshitze, um so wirksamer ist schon eine kleinere Schlackendosis und um so mehr verwischen sich

die pyrometrischen Differenzen der Thone unter sich. Im Allgemeinen ist jedoch auch für das Verhalten der feuerfesten Thone gegen Eisenschlacke deren höhere oder tiefere pyrometrische Stellung maßgebend.

Ueber die auf der Wiener Weltausstellung 1873 ausgestellten feuerfesten Thone giebt C. Bischof eine Zusammenstellung, nach den Ländern geordnet.*) Ein Eingehen hierauf ist an dieser Stelle nicht möglich.

Calcium.

Gyps. — Um den schwefelsauren Kalk oder Gyps, der als Nebenprodukt entsteht, wenn man Kreide mittels Schwefelsäure zersetzt — behufs der Darstellung von Kohlensäuregas für die Sodawasserfabrikation — in nutzbringender Weise zu verwenden, empfiehlt Rath in Wien, diesen Gypsniederschlag mit dem schlammigen Bodensatze zu vermischen, der bei der Darstellung von Aetznatron= oder Aetzkalilauge (Seifensiederlauge) durch Kochen einer Lösung von Soda oder Pottasche mit Aetzkalk entsteht und dessen Hauptbestandtheil kohlensaurer Kalk ist. Aus einer solchen Mischung der beiden Niederschläge von Gyps und kohlensaurem Kalk entfernt man dann zunächst durch Schlämmen alle gröberen Theile, Sand u. s. w., sammelt den Brei auf einem Filtrirbeutel, süßt ihn gut mit Wasser aus, preßt ihn, nachdem alles Wasser davon abgelaufen ist, zu einem compacten Klumpen und trocknet ihn. Aus der getrockneten Masse schneidet man sodann prismatische Stücke aus, welche wie natürliche Kreide zum Schreiben und Zeichnen geeignet sind. Diese neue Art Kreide, welche sehr schön sein soll, wird künstliche Kreide oder Patentkreide genannt. Die beim Schneiden der Schreibkreide abfallenden kleinen Theile können als Vergolder=, Appretir= oder auch als Putzkreide mit Vortheil benutzt werden.

Im Jahrg. VIII von 1872 S. 315 hatten wir Gelegenheit, auf den sogenannten Scott'schen Cement hinzuweisen und die wesentlichsten Resultate der hierauf bezüglichen von

*) Dingl. Journ. Bd. 210 v. 1873 S. 105 und Bd. 211 von 1874 S. 105.

F. Schott ausgeführten Versuche mitzutheilen. Aus jenen Versuchen ergab sich, daß man den Scott'schen Cement erhält, indem man eine Mischung von gebranntem Kalk und von gebranntem Gyps nochmals einer Glühhitze aussetzt. So einfach dieses Darstellungsverfahren erscheint, so ist es doch für die Praxis noch zu umständlich und daher hat der Scott'sche Cement bisher nur wenig Eingang oder Anwendung gefunden. F. Schott*) berichtet nun über einen Fortschritt, welchen der Erfinder dieses Cements, der General H. G. D. Scott betreffs der Darstellung desselben bekannt gemacht hat. Hiernach hat man nur nöthig, den gebrannten Kalk statt mit reinem Wasser, mit Gypswasser, resp. einem mit wenigen Proc. Gyps versetzten Wasser zu löschen, so erhält man ein Material, welches völlig verschieden ist von dem gewöhnlichen gelöschten Kalk und dem daraus dargestellten Luftmörtel. Dieses Material, welches Scott „Selenitic Mortar", Selenitmörtel nennt, läßt sich nämlich mit wesentlich mehr Sand versetzen, als der mit reinem Wasser gelöschte Kalk und giebt dabei einen rascher erhärtenden, festen Mörtel. Besonders auffallend ist, daß sich der gebrannte Kalk beim Uebergießen mit Gypswasser nicht mehr in der bekannten Weise unter Erhitzung und starkem Aufquellen löscht, sondern daß er ohne merkliche Erhitzung langsam zu einem dichten Pulver zerfällt. Nothwendig erscheint es jedoch, daß der Kalk auf das Innigste mit dem Gyps in Berührung gebracht wird, was dadurch geschieht, daß man dem zum Löschen des Kalkes bestimmten Wasser erst den Gyps (2—5 Proc. von dem Gewichte des Kalkes) zumischt und dann den Kalk und daß man dieses Gemenge unter der Mörtelmühle 3 bis 4 Minuten lang zu einem gleichmäßigen dicklichen Schlamme verarbeitet. Zuletzt incorporirt man den Sand ebenfalls unter der Mörtelmühle durch eine 10 Minuten lange andauernde Verarbeitung. Anstatt Gyps kann man jedoch auch eine entsprechende Quantität von Schwefelsäure, Eisenvitriol oder einem anderen ähnlichen schwefelsaurem Salze anwenden. Den besten Selenitmörtel geben diejenigen Sorten von gebranntem Kalk, welche sich bei der gewöhnlichen, herkömmlichen Behandlung schlecht und träge löschen und sich so

*) Dingl. Journ. Bd. 209 v. 1873 S. 30.

mager verhalten, das sie an der Grenze der Brauchbarkeit stehen. Kalksorten dagegen, die sich rasch löschen und dabei ein sehr voluminöses Pulver liefern, also zur Anfertigung von Luftmörtel geeignet sind, können zur Darstellung von Selenitmörtel nicht verwendet werden. F. Schott hat nun diesen Gegenstand einer eingehenden Prüfung unterworfen, um das Wesen und die Bedingungen der Bildung von Selenitmörtel zu ermitteln; er hat besonders folgende bemerkenswerthe Thatsachen nachgewiesen: Zunächst bestätigt Schott durch seine Versuche die bereits erwähnte Thatsache, daß auf Kalk, der sich mit Wasser sofort löscht, der Gyps keinen Einfluß ausübt. Bei Kalksorten dagegen, die sich mit Wasser langsam löschen, wird dieser Vorgang schon durch bloße Anwendung von Gypswasser — statt reinem Wasser — bedeutend verzögert und wenn dann endlich der mit dem Gypswasser übergossene Kalk zerfällt, so geschieht dieses Zerfallen ohne Volumenvermehrung, also ohne das sogenannte Aufquellen und es wird keine bemerkenswerthe Wärmeentwicklung beobachtet. Wendet man etwas mehr Gyps an, als das zum Löschen des Kalks nöthige Wasser aufzulösen vermag, wobei 1 1/2 Proc. Gyps vom Gewichte des zu löschenden Kalks vollständig genügen, so erhält man eine Mischung, welche die Fähigkeit besitzt, hydraulisch zu erstarren, d. h. mit Ausschluß von Kohlensäure unter dem bloßen Einflusse von Wasser. Mit dem Eintritte der Erhärtung tritt dann Erwärmung ein, die bei dickeren Stücken so bedeutend wird, daß diese wieder zerfallen, wenn man sie nicht durch Einlegen in kaltes Wasser abkühlt. Schon daraus, daß eine verhältnißmäßig sehr geringe Menge von Gyps manchen Kalksorten hydraulische Eigenschaften zu ertheilen vermag, geht hervor, daß hierbei von einer chemischen Wirkung nicht wohl die Rede sein kann und in der That hat auch Schott nachgewiesen, daß es sich hier um die Erscheinung der sogenannten Flächenanziehung handelt. Läßt man gebrannten Kalk in einer gesättigten Gypslösung zerfallen und süßt dann den zerfallenen Kalk auf einem Filter anhaltend mit Wasser aus, so gelingt es, nach und nach allen schwefelsauren Kalk (Gyps), der von dem zerfallenden Kalk angezogen worden war, wieder auszuwaschen. Jede Flächenanziehung vollzieht sich nur langsam und daher kömmt es, das der Gyps auf Aetzkalk, der sich rasch

löscht, keinen Einfluß ausübt; der Vorgang des Löschens erfolgt nämlich schneller als die Wirkung der Flächenanziehung zwischen gebranntem Kalk und Gyps. Ein gebrannter Kalk dagegen, der sich langsam löscht, hat genügend Zeit, um vorher eine geringe Menge Gyps anzuziehen und gleichsam auf seine Oberfläche niederzuschlagen. Gerade diese Thatsache, daß der Gyps nur auf langsam sich löschenden Kalk wirkt, liefert den sichersten Beweis, daß diese Wirkung nicht auf einem chemischen, sondern auf einem physikalischen Vorgang beruht. Indem der Kalk den Gyps anzieht, überziehen sich die Kalktheilchen gleichsam mit einer äußerst dünnen Lage von Gyps; dieser Gypsüberzug erschwert zwar den Zutritt von Wasser zu den eingeschlossenen Kalktheilchen, ohne ihn jedoch, wie das die Natur des Gypses mit sich bringt, gänzlich abzuschneiden. Unter dieser Bedingung erfolgt dann der zweite Act des Vorganges, wobei sich die Affinität des Kalks zum Wasser geltend macht und es tritt die Bildung von Kalkhydrat ein. Das wesentlichste dabei ist, daß sie in Folge der beschränkten Berührung zwischen Kalk und Wasser sich nur allmälig und langsam vollziehen kann. Mit dieser verlangsamten Aufnahme von Wasser geht die verlangsamte Entwicklung von Wärme Hand in Hand. Der Kalk wird auf diese Weise zwar allmälig zu Hydrat, aber ohne sich dabei im Sinne des Maurers zu löschen. Darauf beruht das Wesen des Selenitmörtels. Der Selenitmörtel ist ein Kalk, der durch Absorption von Gyps in Folge stattgehabter Flächenanziehung hydraulische Eigenschaften angenommen hat. Während bei der Erhärtung des Luftmörtels nur ein wesentliches Moment thätig ist, nämlich die Anziehung von Kohlensäure aus der Luft, beruht die Erhärtung des Selenitmörtels auf zwei Hauptmomenten: auf der Hydraulicität des Kalks und auf der nachfolgenden Anziehung von Kohlensäure; seine bindende Kraft ist daher eine größere als diejenige des gewöhnlichen Luftmörtels.

Portland-Cement. — Bereits im Jahrg. V dieses Jahrb. von 1869 S. 341 wurde kurz auf eine Mittheilung von L. Gätschenberger hingewiesen, nach welcher dolomitischer Mergel, der sich unweit Heidelberg findet, dort zur Cementfabrikation benutzt wird und einen sehr guten Cement

liefert. In neuester Zeit hat nun Dr. L. Erdmenger*) umfassende Versuche über die Darstellung von Portlandcement aus Dolomitkalk, sogenanntem Dolomitzechstein ausgeführt, deren wichtigste Resultate wir im Nachstehendem zusammenstellen. Der zu den verschiedenen Versuchen benutzte Dolomitzechstein enthielt theils 13,1 Proc. Magnesia — 33,0 Proc. Kalk und 40,4 Proc. Kohlensäure nebst unwesentlichen Bestandtheilen; theils 17,5 Proc. Magnesia—31,5 Proc. Kalk und 44,0 Proc. Kohlensäure; theils 19,5 Proc. Magnesia—30,7 Proc. Kalk und 46,1 Proc. Kohlensäure. Der zur Vermengung mit diesem Zechstein behufs der Cementbereitung dienende Thon enthielt 55,4 Proc. Kieselsäure — 34,5 Proc. Thonerde und 9,5 Wasser. Der Cement selbst wurde auf die gewöhnliche Weise aus diesen Materialien durch Zusammenmischen und Brennen bei annähernder Weißglühhitze dargestellt; er unterschied sich in der Farbe wenig von anderen Portlandcementen, besaß im gepulverten Zustande ein spec. Gewicht von 2,9 — 3,2 und war je nach dem angewandten Dolomitzechstein zusammengesetzt aus 20,6 oder 27,2 oder 30,1 Proc. Magnesia, — 52,4 oder 49,0 oder 47,5 Proc. Kalk, — 10,9 oder 7,1 oder 8,8 Proc. Thonerde nebst Eisenoxyd und 16,7 oder 16,5 oder 13,4 Proc. Kieselsäure. Wurden 40 Gramme eines solchen Kalkmagnesiacements mit 20 Grammen Wasser angemacht, so zeigte sich dabei eine Temperaturerhöhung von 1 — 2½° C., ein Aufquellen des erhärteten Cements wurde nur in einzelnen Fällen beobachtet. Es verhielt sich überhaupt der Kalkmagnesiacement in allen wesentlichen Punkten ganz analog dem gewöhnlichen Portlandcement, bei welchem das sogenannte Treiben oder Aufquellen ebenfalls nicht leicht gänzlich vermieden werden kann. Behufs der Fabrikation von Portlandcement aus magnesiahaltigen Kalken darf man nicht, wie das irrthümlicher Weise gewöhnlich geschehen ist, von der Annahme ausgehen, daß sich die Magnesia im Cemente dem Kalk gleich oder analog verhalte, also gleichsam eine äquivalente Menge von Kalk ersetze, sondern man muß die Magnesia in dieser Beziehung als wirkungslos betrachten, also gar nicht mit in Betracht

*) Dingl. Journ. Bd. 209 v. 1873 S. 286 und Bd. 211 von 1874 S. 13.

ziehen, wenn es sich darum handelt den erforderlichen günstigen Zusatz von Thon zu bestimmen. Mit dem Thonzusatze hat man sich lediglich nach dem vorhandenen Kalk zu richten. Würde man die Magnesia als dem Kalk entsprechend hierbei mit in Rechnung ziehen, so würde ein zu hoher Thonzusatz gegeben und ein untaugliches Produkt erzielt. Gewöhnlich setzt man so viel Thon zu, daß das Verhältniß der Säurebestandtheile d. h. der Kieselsäure des zugesetzten Thones zum Kalk, wie 1 : 1,6 bis 1,7 ist. Nach Erdmenger ist jedoch das Verhältniß der genannten Bestandtheile wie 1 : 2,0 als das günstigste zu betrachten, also der Thonzusatz etwas niedriger zu halten. Der Prozeß des Erhärtens eines magnesiahaltigen Cements erfolgt ganz wie beim gewöhnlichen Portlandcement durch einen Zersetzungsprozeß der im Cement vorhandenen Kalkverbindungen. Die Magnesia betheiligt sich nicht bei diesem Prozesse, dieselbe scheint im unverbundenen Zustande, als freie Magnesia im Cemente enthalten zu sein. Die einzige Eigenthümlichkeit, welche ein magnesiahaltiger Cement zeigt, besteht darin, daß wenn man ihn mit Wasser anmacht und Kugeln daraus formt oder die Masse in Formen gießt, die Kugeln oder gegossenen Cementstücke schneller einen gewissen Zusammenhang, der aber nicht als der Beginn des eigentlichen Erhärtungsprozesses betrachtet werden darf, annehmen. Aus solchem Cement geformte Kugeln kann man z. B. sofort aus der Hand in Wasser legen, ohne daß sie im Wasser zerfallen oder darin treiben. Diese Eigenthümlichkeit wird jedenfalls durch die in solchem Cemente enthaltene freie Magnesia bedingt, welche das Wasser schnell aufsaugt. Erdmenger macht ferner darauf aufmerksam, daß die Festigkeit des erhärteten Cementes eine schwankende ist, je nach der Wassermenge, welche zum Anmachen des Cementes benutzt worden ist. Je weniger Wasser man hierzu anwendet, desto fester wird bis zu einer bestimmten Grenze der Cement. Der Cement erhärtet noch wenn man je 1 Raumtheil desselben auf das Innigste mit nur 0,2941 Raumtheilen Wasser vermischt. In der Praxis bereitet man aber solchen steifen Cement nicht, sondern nimmt auf 1 Theil Cement mindestens 0,3846 Raumtheile Wasser, gewöhnlicher 0,4615 Raumtheile. Der Kalkmagnesiacement bedarf wegen seines Magnesiagehaltes etwas mehr Wasser. Auf ein Raumtheil dieses Cementes darf man

nicht weniger als 0,3333 Raumtheile Wasser anwenden, steigt jedoch in der Praxis mit dem Wasserzusatze wesentlich höher. Der Kalkmagnesiacement wird übrigens beim Erhärten kaum halb so fest, wie der gewöhnliche Portlandcement; man braucht aber von dem magnesiahaltigen Cement weniger, um ein bestimmtes Volumen von erhärteter Cementmasse zu bereiten, als von dem eigentlichen Portlandcement. Daß ein Gehalt von Magnesia im Cement wirklich die Festigkeit, die derselbe zu erlangen vermag, erniedrigt, geht unzweifelhaft daraus hervor, daß die Festigkeit des Cements in dem Verhältnisse geringer wird, als sich der Magnesiagehalt in demselben höher beziffert. Der Cement aus dolomitischem Kalk steht also dem gewöhnlichen Cement betreffs der Festigkeit entschieden nach, und zwar besonders dann, wenn man zum Brennen eine hohe Temperatur (annähernde Weißgluth) anwandte. Durch schwaches Brennen erzielt man günstigere Resultate, überhaupt verspricht Erdmenger später die Umstände darzulegen, unter welchen auch aus magnesiahaltigem Kalk ein fester Cement gewonnen werden kann.

Natrium.

Sodafabrikation. — Auf dem Gebiete der Sodafabrikation hat auf der Wiener Weltausstellung die daselbst zur Ausstellung gelangte, durch den sogenannten „Ammoniakprozeß" dargestellte Soda unter den maßgebenden Persönlichkeiten großes Aufsehen erregt. In diesem Falle ist es nicht die Neuheit des Verfahrens, sondern die Thatsache, daß das Verfahren bereits in großem Maßstabe ausgeführt wird, was so hohes Interesse hervorgerufen hat. An diese Thatsache knüpft sich unwillkürlich die Frage: „Wird der Ammoniakprozeß die zur Zeit übliche Leblanc'sche Methode einigermaßen verdrängen oder wird er nur in beschränkter Weise zur Ausführung gelangen?" Diese Frage wird verschieden beantwortet und da der Meinungsaustausch hierüber noch nicht abgeschlossen ist, so werden wir jedenfalls Veranlassung haben, im nächsten Jahrgange auf diesen Gegenstand zurückzukommen. Der sogenannte Ammoniakprozeß zur Erzeugung von Soda beruht auf längst bekannten chemischen Reactionen, kann daher nicht als

wirklich neu bezeichnet werden. Man zersetzt nämlich in wässriger Lösung das Kochsalz durch doppelt kohlensaures Ammoniak; dadurch schlägt sich das schwer lösliche doppelt kohlensaure Natron nieder, während in der Lösung Salmiak, nebst demjenigen Theil des Kochsalzes bleibt, der sich stets der Zersetzung entzieht. Das ausgeschiedene doppelt kohlensaure Natron giebt beim Glühen die Hälfte seiner Kohlensäure ab und hinterläßt wasserfreie Soda. Diese beim Glühen entweichende Kohlensäure wird von Neuem zur Darstellung von doppelt kohlensaurem Ammoniak benutzt und aus dem in der Flüssigkeit bleibenden Salmiak wird durch Aetzkalk das Ammoniak wieder frei gemacht und ebenfalls wieder zur Darstellung von doppelt kohlensaurem Ammoniak verwendet. Der enorme Vortheil des Ammoniakprozeßes beruht hier noch ganz besonders darin, daß das Kochsalz auf nassem Wege direct in Soda übergeführt wird. Man erhält außer großen Quantitäten von Chlorcalciumlösung keinerlei Nebenprodukte oder Rückstände; man gebraucht keine Schwefelsäure, erspart die Glühoperationen und vermeidet die damit verbundene Entwicklung schädlicher Dämpfe, durch welche die Sodafabriken, welche nach Leblanc's Methode arbeiten, für die Vegetation in weitem Umkreise so überaus nachtheilig werden. Beilstein spricht sich über den Werth des neuen Verfahrens folgendermaßen aus*): „Nichts scheint auf den ersten Blick einfacher und rationeller zu sein; keine anderen Abfälle als Chlorcalcium, keine Schwefelrückstände, keine Condensationsthürme, keine Ueberproduktion von Salzsäure. Ja, denkt man sich das Verfahren direct auf eine concentrirte Salinenlauge angewandt, so ist fast nicht einzusehen, wie ein anderer Sodaprozeß damit noch concurriren kann. Zahlreiche Versuche sind daher auch längst gemacht worden, das Verfahren auszubeuten, alle aber fruchtlos. Das bedeutendste Unternehmen dieser Art war das von Schlösing und Rolland in Puteaux bei Paris. Es ging aber nach kurzem Bestehen ein, weil, wie die Eigenthümer hervorhoben, die hohe Salzsteuer das Arbeiten unmöglich machte. Die Hauptschwierigkeit scheint aber darin zu liegen, daß ein unvermeidlicher Verlust an Am-

*) Die chemische Großindustrie auf der Weltausstellung zu Wien im Jahre 1873, von F. Beilstein, S. 50.

moniak die Erzeugungskosten bedeutend vertheuert, denn der Umstand, daß nicht alles Kochsalz durch das dopelt kohlensaure Ammoniak umgesetzt wird, kann nicht in's Gewicht fallen. Beim Leblanc'schen Verfahren geht fast ein Siebentel des angewandten Kochsalzes für die Sodafabrikation verloren. Solvay scheint die Schwierigkeiten des neuen Verfahrens vollständig überwunden zu haben. Sein (patentirter) Apparat besteht aus einem aufrecht stehenden Cylinder, der mit Siebböden versehen ist. Kohlensäure und Ammoniak treten an den entgegengesetzten Enden des Apparates ein und das gefällte Bicarbonat schlägt sich auf den Siebboden nieder. Die Fabrik in Couillet ist 1865 gegründet, sie hatte 1867 ihre Erzeugnisse in Paris ausgestellt, brachte es aber damals nur bis auf eine Auszeichnung durch eine Bronze-Medaille. Jetzt sind in der Fabrik 100 — 110 Arbeiter beschäftigt, 250 — 300 Ctr. Soda werden täglich, 80000 jährlich producirt. Der Erfolg des Unternehmens veranlaßte Solvay in Nancy eine zweite Fabrik zu gründen. Auf die alte belgische Sodafabrikation hat das neue Verfahren bereits lähmend eingewirkt und wenn wir in Betracht ziehen, das dasselbe sogar in England an zwei Orten (in Liverpool und Preston) eingeführt wird, so müssen wir gestehen, daß E. Solvay das ihm in Wien zuerkannte Ehrendiplom wohl verdient hat. Der Ammonikprozeß wird trotzdem das Leblanc'sche Verfahren nie verdrängen können: die Industrie bedarf großer Mengen Salzsäure, welche nicht einfacher, als durch Zersetzung des Kochsalzes mit Schwefelsäure gewonnen werden können. Beim Ammoniakprozeß werden sich kolossale Massen Chlorcalcium anhäufen, dessen Anwendung eine sehr beschränkte ist. Es liegt deshalb nahe, den Salmiak der Laugen lieber durch Magnesia zu zerlegen, da dann Chlormagnesium entsteht, welches schon durch Wasser in Magnesia und freie Salzsäure gespalten wird. Auch eine deutsche Firma: Moritz Honigmann in Aachen hatte Soda nach dem neuen Verfahren gewonnen (in Wien) ausgestellt. Dem Unternehmen wurden anfangs lokale Schwierigkeiten bereitet und fehlen daher einstweilen alle näheren Angaben über dasselbe. — In Kasan (Rußland) wird der Ammoniakprozeß schon seit mehreren Jahren angewandt." Die von Beilstein in obiger Auseinandersetzung genannte belgische Fabrik, deren nach dem

Ammoniakprozesse im Großen fabricirten Sodaprodukte in Wien so großes Aufsehen erregten, besteht unter der Firma Ernest Solvay & Co. in Couillet bei Charleroi.

In ähnlicher Weise wie Beilstein spricht sich auch R. Wagner*) über den Ammoniakprozeß zur Fabrikation von Soda aus. Wagner schreibt: „Die Vortheile der neuen Methode, deren Details sich selbstverständlich noch der Veröffentlichung entziehen, gegenüber dem Leblanc'schen Verfahren liegen auf der Hand. Sie spitzen sich zu in der Möglichkeit der directen Ueberführung des Kochsalzes in Soda und in der Thatsache, daß aus gesättigter Soole nur das Natrium und nicht auch die Metalle der Mutterlaugensalze gefällt werden, in dem absoluten Freisein des Produktes von allen Schwefelverbindungen, in der Hochgrädigkeit der erzielten Soda, in der Einfachheit der Apparate und Utensilien, in der großen Ersparniß an Brennstoff und an Arbeit, und in dem in hygienischer Hinsicht und für die Adjacenten der Fabrik gewiß nicht zu unterschätzenden Umstande, daß keine belästigenden Nebenprodukte und Abfälle auftreten. Die schwache Stelle des Ammoniakverfahrens ist vorläufig noch der Verlust des Chlors des Kochsalzes, das bei der Regeneration des Ammoniaks als werthloses Chlorcalcium auftritt. Die Rückwirkung der allgemeinen Einführung des neuen Sodaverfahrens auf die chemische Großindustrie im Allgemeinen und speciell auf den Schwefelverbrauch, die Schwefelsäurefabrikation und den Preis der Salzsäure und des Chlorkalkes läßt sich gegenwärtig noch nicht überblicken.“ Noch ist zu bemerken, daß Wagner den Vorschlag G. Lemoine's (Bulletin de la Société d' Encouragement, Juni 1873 S. 358), das Ammoniak nicht mehr durch Kalk, sondern durch Magnesia zu regeneriren, indem das entstehende Chlormagnesium beim Abdampfen in Salzsäure und Magnesia sich zersetze, nicht der Beachtung werth hält. Eher würde vielleicht örtlich Baryt möglich sein.

Dr. G. Lunge**) hat auf ein besonderes Verfahren zur Sodafabrikation aufmerksam gemacht, welches sich auf den zuerst von R. Wagner gemachten Vorschlag gründet,

---

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 282.
**) Dingl. pol. Journ. Bd. 208 von 1873 S. 137.

schwefelsaures Kali oder schwefelsaures Natron durch Zersetzung mit doppelt kohlensaurem Baryt in doppelt kohlensaures Kali oder Natron überzuführen. Nach Lunge wird wie beim Leblanc'schen Verfahren das Kochsalz durch Behandlung mit Schwefelsäure zunächst in schwefelsaures Natron, sogenanntes Glaubersalz übergeführt. Das Glaubersalz wird in Wasser gelöst und diese Lösung mit einer äquivalenten Menge von durch Fällung dargestelltem kohlensaurem Baryt vermischt. Durch diese Mischung leitet man sodann in besonderen, mit Rührwerk versehenen Gefäßen einen raschen Strom von möglichst reinem Kohlensäuregas. Dieses wandelt fortwährend einen Theil des kohlensauren Baryts in doppelt kohlensauren Baryt um, der sich, so wie er entsteht mit dem schwefelsauren Natron zersetzt zu doppelt kohlensaurem Natron und schwefelsaurem Baryt, der sich abscheidet. Da bei dieser Operation stets ein Theil des Kohlensäuregases unabsorbirt entweicht, so leitet man dieses entweichende Gas, um es nicht zu verlieren und es überhaupt nutzbar zu machen, noch durch besondere mit Schwefelbariumlösung gefüllte Gefäße. Indem das Kohlensäuregas mit der Schwefelbariumlösung in Berührung kömmt, zersetzt es das Schwefelbarium vollständig unter Ausscheidung von kohlensaurem Baryt, der von Neuem zu der beschriebenen Manipulation benutzt wird und unter Entwicklung einer äquivalenten Menge von Schwefelwasserstoffgas, welches man auf eine noch genauer festzustellende Weise unschädlich oder nutzbar machen muß. Das erforderliche Schwefelbarium läßt sich leicht auf der Sohle eines gewöhnlichen Flammofens durch Glühen von feingemahlenem Schwerspath mit nicht backendem Kohlenstaub herstellen. Die durch die gemeinschaftliche Einwirkung von kohlensaurem Baryt und Kohlensäuregas aus dem Glaubersalze gewonnene Lösung von doppelt kohlensaurem Natron wird zur Trockne eingedampft und der trockne Rückstand etwas erhitzt, so bleibt, indem die Hälfte der Kohlensäure entweicht, einfach kohlensaures Natron oder Soda zurück; die entweichende Kohlensäure wird in einem besonderen Gasometer aufgesammelt und mit zu den ausführenden Operationen verwendet. Lunge gesteht selbst, daß seine Methode noch nicht genügend entwickelt ist, um ohne weiteres in die Praxis eingeführt zu werden, namentlich fehlt noch eine billige und praktische Reaction zur Besei-

tigung des sich aus der Schwefelbariumlösung entwickelnden Schwefelwasserstoffes. Dagegen spricht Lunge die Ueberzeugung aus, daß dieses neue Verfahren dadurch sehr vortheilhaft werden könnte, daß man dabei alles Glaubersalz in Soda überzuführen im Stande und daß die so fabricirte Soda völlig frei ist von Verunreinigung durch Eisen, Kieselsäure, Schwefelverbindungen und schwefelsauren Salzen, daß sie also betreffs ihrer Reinheit und ihres Werthes der besten raffinirten Soda gleich kömmt. Ob diese Methode Aussicht hat, dereinst in großem Maßstabe ausgeführt zu werden, läßt sich zur Zeit nicht bestimmt voraussagen, nur so viel scheint sicher, daß es noch lange dauern wird, bis sie zu Anwendung gelangt, falls sie wirklich Aufnahme in die Praxis finden sollte.

Aetznatron. — Bei der Fabrikation des Aetznatrons gießt man gewöhnlich die Masse, nachdem sie genügend eingedampft ist, gleich noch heiß in Fässer, in denen sie beim Erkalten erstarrt und gleichzeitig nimmt man von der Masse eine Probe auf ein Silber- oder Eisenblech um den Alkaligehalt und diesem entsprechend den Preis der Waare zu bestimmen. R. Glendinning und A. J. M. Edger in Newcastle, machen nun darauf aufmerksam,*) daß wenn das Aetznatron in den Fässern erstarrt, die Masse desselben nicht ganz gleichmäßig bleibt, sondern in Partien von verschiedenem Alkaligehalt zerfällt. In Folge dessen kann es vorkommen, daß aus einem solchen Fasse entnommene Proben, die zur Bestimmung des Alkaligehaltes benutzt werden, ein um mehrere Procente von der beim Eingießen untersuchten Probe abweichendes Resultat ergeben, wodurch sehr oft Streitigkeiten zwischen Käufer und Fabrikant herbeigeführt werden. Bei einem hierauf bezüglichen Versuche wurde ein Faß von 22 Zoll Durchmesser mit einer Aetznatronmasse vollgegossen, welche 66,8 Proc. wirkliches Natriumoxyd und außer dem Hydratwasser noch ungefähr 6 Proc. Wasser, auch etwas Chlornatrium und schwefelsaures Natron enthielt. Nach dem Erstarren wurde das Natron von verschiedenen Stellen in diesem Fasse untersucht, wobei sich er-

*) Chemical News, vol. 27 p. 199; — Dingl. pol. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 155.

gab, daß das an der Wandung des Fasses, nicht mehr als 1 Zoll nach der Mitte hin befindliche Aetznatron 66,9 Proc. Natriumoxyd enthielt, also mit der beim Eingießen in das Faß genommenen Probe beinahe übereinstimmte; eine Probe von einer Partie, welche dem Mittelpunkte des Fasses um etwa 5 Zoll näher war, besaß einen Natriumoxydgehalt von 69,7 Proc. und eine Probe aus der Mitte ergab nur einen Gehalt von 61,6 Proc. Natriumoxyd und enthielt überdies den größeren Theil von dem das Aetznatron verunreinigenden Chlornatrium und schwefelsauren Natron. Will man daher bei Prüfung des Aetznatrons den eigentlichen mittleren Gehalt finden, so muß man die betreffende Probe nicht aus der Mitte, sondern vom äußersten Rande des Fasses nehmen, wo wegen des rascheren Erstarrens eine solche Scheidung nicht stattgefunden hat.

Organische Verbindungen.

Kohlenwasserstoffe.

Die Mittheilungen, welche wir über einzelne Glieder dieser großen Gruppe von organischen Verbindungen in diesem Jahrgange niederlegen könnten, sind nicht von besonderer Bedeutung. Wir werden daher in einem späteren Jahrgange das Bemerkenswerthe hierüber nachholen und gegenwärtig nur eine Substanz kurz berücksichtigen, welche sich an gewisse Kohlenwasserstoffe anschließt, nämlich:

Das Kautschuk.

Eine interessante Zusammenstellung über die **Abstammung und Gewinnung des Kautschuks** ist durch den Scientific American*) bekannt gemacht worden. Hiernach gehören die verschiedenen Pflanzen, welche Kautschuk liefern zu einer der nachstehenden Ordnungen; entweder zu den:

1. Euphorbiaceen, von welchen mehrere baumartige Species der Gattung Siphonia oder Hevea, die in den

*) Scientific American vom 6. Sept. 1873; — Industrieblätter vom 30. Octbr. 1873; Dingl. pol. Journ. Bd. 210 v. 1873 S. 310.

heißen und feuchten Niederungen des Amazonenstroms, sowie des Rio grande do Norte heimisch sind, Kautschuk erzeugen.

2. Artocarpeen, von welchen besonders der Ule-Baum (Arbol de Ule), der Gattung Castilloa angehörend und im Golfe von Mexiko bis nach Guayaquil heimisch, als Kautschuk liefernd bekannt ist.

3. Moreen mit der Gattung Ficus, von welcher mehrere Arten (Ficus elastica, Ficus indica ꝛc.), die im nordöstlichen Indien, Vorderindien, Java und Nordaustralien wachsen, Kautschuk erzeugen.

4. Apocyneen, deren Gattungen Hancornia in Süd-Brasilien; Landolphia im äquatorialen Afrika; Vahea in Madagaskar und Urceola in Malakka und Borneo, als Kautschuk liefernde von Wichtigkeit sind. Alle diese Gewächse sind Kettersträucher und Stauden, mit Ausnahme des erstgenannten.

Die beste Sorte von Kautschuk ist das Para-Kautschuk, unter welchem Namen das brasilianische Kautschuk, welches über diesen Hafen geht, im Handel vorkommt. Die Einsammlung des Para-Kautschuks beginnt im August und wird bis in den Januar oder Februar fortgesetzt; in der Regenzeit ist der Milchsaft zu wässrig, um mit Erfolg arbeiten zu können. Wenn der Milchsaft ausfließt, so hat er die Farbe und Consistenz von Rahm, gerinnt jedoch bald in Folge der Absonderung des darin befindlichen Kautschuks, das dann in einer molkenartigen Flüssigkeit suspendirt bleibt. Die Bäume werden in der Regel des Abends angezapft und am andern Morgen wird die Milch eingesammelt. Die Ausfuhr von Para-Kautschuk beläuft sich zur Zeit auf 5000 Tonnen (à 20 Ctr.), von denen etwa die Hälfte nach New-York geht. Es kommt in verschiedenen Formen in den Handel: „Biscuits“ flache taschenartige Stücke, die über runden Formen; „bottles,“ welche in gleicher Weise über flaschenartigen Formen hergestellt werden; „nigger heads,“ massive Kugeln von oft einem Fuß im Durchmesser, aus mehreren kleinen Stücken zusammengerollt; und endlich als lose unförmliche Stücke. Da das Para-Kautschuk stärker, reiner und dauerhafter ist, als jedes andere, so erscheint es für Artikel, welche große Stärke und Elasticität erfordern, wie Federn für Eisenbahnwagen u. dgl. unentbehrlich.

Eine Waare von sonst ähnlicher Qualität, aber weniger rein, ist die im Handel als „Ceará-Scrap" (scrap: Abschnitt, Stück) bekannte. Sie ist gleichfalls, wie das Para-Kautschuk, das Produkt der Hevea. Diese Bäume kommen in Französisch-Guiana, Venezuela und im östlichen Peru in den dichten feuchten Wäldern längs der Flüsse zahlreich vor.

Den zweiten Rang unter den Kautschuk liefernden Pflanzen nimmt der Ule-Baum ein, der massenhaft in Central-Amerika und im westlichen Südamerika, südlich bis Peru vorkommt. Man zapft zwei, vielleicht drei Species an. Die Bäume gedeihen am besten in dicken, dumpfigen, warmen Waldungen, am Schönsten in den Becken der Seen Nicaragua und Managua. Die Milch fließt zu allen Tageszeiten aus, ist aber im April am besten. Ein ordnungsmäßig behandelter Baum von 18 Zoll im Durchmesser kann 20 Gallons Milchsaft liefern, aus denen circa 50 Pfd. Kautschuk gewonnen werden. Man bringt in der Regel den Milchsaft durch Zusatz gewisser Pflanzensäfte zum Gerinnen, wobei sich das Kautschuk als eine braune weiche Masse absondert, die ähnlich wie frischer Käse riecht. Es wird dann meist in Kugeln gepreßt, die etwa 2 Pfd. wiegen. Uebrigens kommen neben den Kuchen (tortillas oder meros) noch Kugeln (cabezzos) und bolas auf den Markt, welche letzteren durch das natürliche Eintrocknen des Milchsaftes in Baumeinschnitten gewonnen werden; die bolas sind besonders geschätzt. Im San-Juan-Districte (Nicaragua) arbeiten regelmäßig 6—800 Einsammler und etwa 2000 in der Umgegend von Panama, wo man die Bäume niederschlägt, um das Kautschuk zu gewinnen.

Das Kautschuk von Neugranada (im Handel als Carthagena-Waare bekannt) kommt in 3/4 Zoll dicken Platten in den Handel und ist von guter Qualität, obgleich ihm zuweilen, in Folge ungeschickten Anzapfens der Bäume, Gummi beigemischt ist, wodurch das Kautschuk theerig wird.

Die beste centralamerikanische Waare ist die unter dem Namen Westindisches Kautschuk bekannte; sie kommt übrigens nicht von den westindischen Inseln. Die feinste Sorte erscheint in Blöcken, welche aus dünnen Platten zusammengepreßt sind, im Handel und ist sehr rein.

Guatemala-Kautschuk ist das schlechteste; es kommt

in denselben Formen, wie das westindische in den Handel, enthält aber theerige Beimengungen.

Guayaquil-Kautschuk ist von sehr ungleicher Güte. Die besten Sorten sind weißlich und bilden große Blöcke; die schlechteren Sorten sind schwammig und mit einer widerwärtigen schwarzen Flüssigkeit erfüllt, welche auf die Gesundheit der betreffenden Arbeiter schädlich wirkt.

Die jetzt noch übrige Kautschuk-Region Amerikas umfaßt die Hochebene von Südbrasilien, zwischen dem 18—20. Grade südlicher Breite. Sie liefert eine gute, unter dem Namen Pernambuco-Kautschuk bekannte Waare, die von den verschiedenen Arten der Hancornia gewonnen wird. Diese Bäume erreichen die Größe eines Apfelbaumes, haben schmale Blätter und herabhängende Zweige, was ihnen das Ansehen von Trauerweiden giebt. Der Saft wird jedoch nicht häufig abgezapft; man schätzt die Bäume mehr ihrer beliebten Früchte wegen. — Der Hauptkautschukbaum Asiens ist die Ficus elastica, welche besonders in Assam, Vorderindien, Java, Sumatra vorkommt, sich außerdem auch in Australien findet. Von der Ficus elastica stammt der größere Theil des als Singapore-Kautschuk von Sumatra, Java, China, Manilla, Penang und Malakka in den Handel kommenden asiatischen Kautschuks; ein Theil wird von der Urceola elastica, einer raschwüchsigen Kletterpflanze, welche zuweilen eine Länge von 300 Schritten und den Umfang eines Mannes erreicht, gewonnen. Zur Abscheidung des Milchsaftes zerhaut man diese Pflanze in kleinere Stücken und befördert das Ausfließen des Saftes dadurch, daß man die Enden der einzelnen Abschnitte etwas erwärmt. Indem man den Milchsaft mit Kochsalz versetzt, kann man die Absonderung des Kautschuks befördern. Die Qualität dieser Waare ist aber gering und im Handel als Borneo-Kautschuk bekannt. Von vorzüglicher Qualität ist dagegen das Madagaskar-Kautschuk, welches ebenfalls von einer Kletterpflanze gewonnen, namentlich in Frankreich benutzt und dem Para-Kautschuk fast gleichgestellt wird.

Reich an Kautschuk liefernden Kletterpflanzen ist das äquatoriale Afrika; doch wird zur Zeit in Afrika die Ausbeutung und Zurichtung des Kautschuks noch sehr nachlässig betrieben und das Produkt ist in Folge ungeschickten Abzapfens

der Bäume von sehr geringer Qualität. Die Hauptausfuhrgegenden sind Gaboon, Congo, Angola und Zambesi.

Nach F. Kohlrausch*) zeichnet sich das sogenannte Hartgummi (Kammmasse) durch seine außerordentliche Wärme-Ausdehnung aus, welche dreimal größer ist, als diejenige des Zinks. Nach dem Genannten ist der Ausdehnungscoëfficient für je 1° bei Temperaturdifferenzen zwischen 16°,7 und 25°,3 = 0,0000770; bei Temperaturdifferenzen zwischen 25°,3 und 35°,4 = 0,0000842; er steigt also sehr beträchtlich bei höheren Temperaturgraden, sodaß die körperliche Ausdehnung des Hartgummis in höheren Temperaturgraden sogar größer ist, als diejenige des Quecksilbers. Kohlrausch vermuthet, daß diese Ausdehnung mit dem Gehalt des Hartgummis an Schwefel zusammenhängt.

Fette, fette Oele, und verwandte Stoffe oder daraus darstellbare Produkte.

Seife.

Ueber das Verhalten der Seife beim Waschen hat Albert Fricke**) einige Versuche angestellt, welche ein sehr beachtenswerthes Resultat ergeben haben. Bekanntlich lösen sich die Seifen in viel kaltem Wasser niemals klar auf, sondern liefern damit eine trübe Flüssigkeit, in welcher zarte, im Sonnenlicht eigenthümlich perlmutterartig schimmernde, feste Theilchen suspendirt sind. Chevreul erklärte diese auffallende Erscheinung damit, daß er annahm, es trete bei der Wirkung eines großen Ueberschusses von Wasser auf die Seife, eine Zersetzung derselben in der Art ein, daß sich ein unlösliches saures Salz der Fettsäuren mit Alkali abscheide, während freies Alkali mit einer Spur fetter Säuren gelöst bleibe und da bis jetzt Niemand diese Angabe Chevreul's bezweifelt oder widerlegt hat, so nimmt man noch heute allgemein an, daß durch viel Wasser die Seifen in saure, sich niederschlagende Salze und in gelöst bleibendes freies Alkali zerlegt werden. Da man

---

*) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. 149 S. 577; — Dingl. pol. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 444.

**) Dingl. pol. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 49.

nun beim Waschen die Seife stets mit einem großen Ueberschusse von lauem oder kaltem Wasser anwendet, so bestände der Chevreul'schen Erklärung zufolge die trübe Seifenflüssigkeit einerseits aus den abgeschiedenen sauren Salzen der fetten Säuren, einem wegen ihrer Unlöslichkeit unwirksamen Ballast; andererseits aus dem freien Alkali, als dem allein löslichen und wirksamen Bestandtheile beim Waschen. Das Waschen mit Seife wäre demnach, wie Fricke sagt, nichts als ein ungeheuer sinnloser und mühevoller Umweg, um sich eine sehr verdünnte Aetzlauge zu verschaffen unter gänzlichem Verluste des kostspieligen Materials, der Fette oder fetten Säuren. Gesetzt eine Seife enthalte 12 Proc. Alkali und komme mit 100 Thln. Wasser beim Waschen zur Verwendung, so würde ungefähr die Hälfte des Alkalis frei, also von 1 Gewichtstheil Seife 0,06 Gew.-Thle., die in 1000 Thln. Wasser eine Lauge von 0,006 Proc. Alkali bilden. Vom wirthschaftlichen Gesichtspunkte aus — wie Fricke sagt — eine wahrhaft sträfliche Vergeudung. Schon an sich unwahrscheinlich für eine viele Jahrhunderte alte Praxis, wird sie noch zweifelhafter durch die Thatsache, daß die Seife beim Waschen damit eine specifisch andere Wirkung auf die Haut ausübt, als die Aetzlauge, welche ein höchst unangenehmes Gefühl von spannender Trockne der Epidermis erzeugt, was bei richtig gesottener Seife nicht der Fall ist.

Um nun zur Aufklärung dieses Gegenstandes das thatsächliche Verhalten der Seife gegen Wasser, unter den bei der Anwendung zum Waschen herrschenden Bedingungen eingehender zu verfolgen, brachte Fricke ein Stück fester, vorher möglichst ausgetrockneter Seife in einem hohen cylindrischen Gefäß mit Wasser, auf einem Stückchen engmaschigem Stramin liegend, so in das Wasser, daß die Seife, frei schwebend eben nur unter die Oberfläche des Wassers untertauchte und daß ein in dem Gefäße angebrachtes bis fast auf den Boden des Gefäßes reichendes Rohr mit Trichter, die von dem Seifenstücke abgehende Seifenlösung möglichst ungestört zu Boden sinken und frisches Wasser zur Seife emporsteigen ließ. Durch vorsichtiges Herausheben des Stramins mit der darauf liegenden Seife, ließ sich die in dem Glase entstandene Seifenlösung wiederholt durch frisches Wasser ersetzen, in welches die Seife

behufs vollständiger Erschöpfung oder vollständigen Ausziehens aller löslichen Bestandtheile von Neuem in der beschriebenen Weise untergetaucht wurde. Fricke beobachtete nun, daß während dieser Extraction der Seife mit kaltem Wasser, die Seife allmälig ihre durchscheinende Beschaffenheit verliert, blind wird und durch Bloßlegung der faserigen Structur einigermaßen das Ansehen von Holz gewinnt. Wo die Fasern durch das Wasser mehr aufgeweicht sind, erscheinen sie von schönem Perlmutterglanz. Man erhält also bei dieser Behandlung der Seife zuletzt den in viel kaltem Wasser unlöslichen Theil derselben für sich. Am besten gelingt dies, wenn man ein größeres, zusammenhängendes, nicht zu dickes Stück Seife in der beschriebenen Weise mit Wasser extrahirt. Fricke benutzte zu seinen Versuchen eine schön geflammte Talgkernseife von ausgezeichneter Qualität und in dem Zustande der Trockenheit, den sie nach mehrjähriger Aufbewahrung in einem offenen Kasten an einem trockenen Orte, angenommen hatte. Die Seife löste sich in kochendem Weingeist ohne Rückstand und zur Extraction von 20—25 Grammen derselben genügten 14 Liter kaltes Wasser, also ungefähr die 600—700fache Gewichtsmenge des letzteren. Die damit gewonnene Seifenlösung war zwar nicht absolut klar, jedoch auch nicht wirklich trübe, wie die gewöhnliche Seifenflüssigkeit, sondern nur leicht opalisirend, sodaß Gegenstände noch durch ziemlich dicke Schichten der Lösung hindurch in ihren Umrissen deutlich erkennbar waren. Es sind namentlich die letzten Wässer, welche die leichte Trübheit bringen, weil gegen das Ende der Extraction die Seifenstücke durch die starke Auslaugung äußerlich an Zusammenhang verlieren und von den feinsten Theilchen sich etwas losschwemmt. Man erhält also den löslichen Theil der Seife nicht absolut frei vom unlöslichen, den unlöslichen aber ganz frei vom löslichen. Dieser unlösliche Theil verliert, wenn man ihn zwischen Filtrirpapier preßt, bedeutend an Volumen und bildet nach dem völligen Austrocknen im Wasserbade eine faserige, auffallend perlmutterglänzende Masse. Die erhaltene Lösung dagegen hinterläßt nach dem Eindampfen auf dem Wasserbade eine formlose Masse von schmutziger graubrauner Farbe, vom Ansehen gewöhnlicher Seife, aber ohne das Faserige oder Geflammte.

Die Analyse der zum Versuche benutzten Seife und ihrer

Auslaugeprodukte, mit dem zufälligen Wassergehalte, mit dem sie gerade behaftet waren, ergab folgende Resultate:

	Fette Säuren	Natron	Wasser
Unbehandelte Seife	84,48 Proc.	9,86 Proc.	5,66 Proc.
Ungelöst gebliebener Theil	86,78 =	8,21 =	5,01 =
Löslicher Theil	53,28 =	8,31 =	38,41 =

Rechnet man, um die Resultate vergleichen zu können, das gefundene Verhältniß der Säuren und des Natrons auf wasserfreie Substanz, so hat man:

	Fette Säuren	Natron
Unbehandelte Seife	89,55 Proc.	10,45 Proc.
Ungelöst gebliebener Theil	91,36 =	8,64 =
Löslicher Theil	86,51 =	13,49 =

Der ungelöst gebliebene perlmutterglänzende Auslaugerückstand der Seife ist nicht nur in kaltem, sondern auch in kochendem Wasser unlöslich. Selbst kochender absoluter Alkohol nimmt nur 0,48 Proc. davon auf; der lösliche Theil dagegen löst sich leicht in Wasser und Weingeist aller Temperaturgrade auf. Daß sich dieselbe Seife, aus welcher die beiden Bestandtheile hervorgegangen, demungeachtet in kochendem Wasser ohne Rückstand auflöst, beruht darauf, daß der ungelöst bleibende perlmutterglänzende Rückstand leicht auflöslich ist in einer heißen oder kochenden Lösung des auflöslichen Theils. Aus den gewonnenen Resultaten seiner Versuche zieht nun Fricke nachstehende Folgerungen:

Bei der Einwirkung von viel Wasser auf die Talgkernseife findet in der That eine Zersetzung der Seife statt. An ein Zerfallen derselben in saure Salze der Fettsäuren und freies Kali ist jedoch nicht zu denken; wohl aber ist der unlösliche Theil der Seife saurer, der lösliche Theil basischer (Alkalireicher) als die ursprüngliche Seife. Dabei weisen die Thatsachen ziemlich deutlich darauf hin, daß bei der Zersetzung der Seife durch kaltes Wasser nicht bloß eine Verschiebung bezüglich des Grades der Sättigung mit Alkali, sondern auch eine Verschiebung in Bezug auf die Qualität der fetten Säuren stattfindet. Die aus dem ungelöst gebliebenen Theile abgeschiedenen fetten Säuren hatten einen Schmelzpunkt von 53° C., während die

aus dem löslichen Theile abgeschiedenen Säuren schon bei 29° C. schmolzen. Offenbar ist das in der Seife vorhanden gewesene ölsaure Natron zum größten Theile oder ganz in die Lösung übergegangen, während die festen fetten Säuren (Stearinsäure, Palmitinsäure) in gleicher Weise den unlöslichen Rückstand constituiren.

In ökonomischer Beziehung drängen diese Thatsachen zu Zweifeln, ob die Grundlage der hergebrachten Seifensiederei rationell zu rechtfertigen ist. Die Unwirksamkeit des unlöslichen Theiles der Seife vorausgesetzt, erscheint es als Verstoß gegen die wirthschaftlichen Gesetze, so wichtige und werthvolle Stoffe wie die Fette, ohne Weiteres zu verseifen, ohne vorausgehende Scheidung der verschiedenen Säuren. Wenn sich die Angaben Fricke's bestätigen, so geht daraus hervor, wie wohlbegründet es ist, daß man der aus Oleinsäure dargestellten Seife in manchen Industriezweigen, wie z. B. in der Wollwäscherei, vor jeder anderen Seife den Vorzug giebt. Wir haben hierin ein neues Beispiel, daß oftmals die Praxis in der Erkenntniß des Richtigen der Theorie voraus eilt.

Glycerin.

Im zweiten Jahrg. unseres Jahrb. von 1866 S. 283 befindet sich eine kurze Tabelle von Fabian über das Verhältniß des specifischen Gewichtes, Wassergehaltes und Gefrierpunktes des Glycerins. Eine genauere, hier folgende Zusammenstellung über das specifische Gewicht des Glycerins bei verschiedenem Wassergehalt hat in neuester Zeit Apotheker Schweikert*) in Dingelstädt zur allgemeinen Kenntniß gebracht (s. folgende Seite):

F. Nitsche**) hat einige Mittheilungen über die Eigenschaften, Reactionen und Anwendungen des Glycerins veröffentlicht, von welchen wir, als noch wenig bekannt hier nur die Angabe notiren, daß in der Milly-Kerzen-, Seifen- und Glycerin-Fabrik von F. A. Sarg's Sohn & Comp. in Liesing bei Wien zur Winterszeit große Quantitäten von Glycerin durch Krystallisation gereinigt werden, was insofern

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 318.
**) das. Bd. 209 v. 1873 S. 145.

Specifisches Gewicht	Wasser in Procenten	Specifisches Gewicht	Wasser in Procenten	Specifisches Gewicht	Wasser in Procenten
1,267	0	1,212	17	1,161	34
1,264	1	1,209	18	1,159	35
1,260	2	1,206	19	1,156	36
1,257	3	1,203	20	1,153	37
1,254	4	1,200	21	1,150	38
1,250	5	1,197	22	1,147	39
1,247	6	1,194	23	1,145	40
1,244	7	1,191	24	1,142	41
1,240	8	1,188	25	1,139	42
1,237	9	1,185	26	1,136	43
1,234	10	1,182	27	1,134	44
1,231	11	1,179	28	1,131	45
1,228	12	1,176	29	1,128	46
1,224	13	1,173	30	1,126	47
1,221	14	1,170	31	1,123	48
1,218	15	1,167	32	1,120	49
1,215	16	1,164	33	1,118	50

von Interesse ist, als man früher glaubte, daß das Glycerin selbst bei den niedrigsten Temperaturgraden nicht krystallisire und als ein zufällig vorgekommener Fall des Krystallisirens einer größeren Partie von Glycerin (s. dieses Jahrb. Jahrg. IV von 1868 S. 352) großes Aufsehen erregte. Nach Nitsche hat Prof. Kraut in Hannover schon im Jahre 1870 als Resultat mehrjähriger Laboratoriums-Studien eine Methode gefunden, Glycerin in beliebigen Qualitäten und Quantitäten zu krystallisiren. Kraut habe die Methode mit allen Prioritätsrechten an die Herren F. A. Sarg's Sohn & Comp. abgetreten, welche nun die Methode geheim halten. Bei dieser Krystallisation bleiben, wie Nitsche mittheilt, alle Verunreinigungen des Glycerins in der Mutterlauge, so daß man also auf diese Weise ein absolut reines und von Wassergehalt freies Glycerin gewinnt. Die Glycerinkrystalle sind monoklinoedrisch, absolut farblos, von rein süßem Geschmack, sehr stark lichtbrechend und schmelzen bei 20° C. zu weißem flüssigem Glycerin von 30½° Baumé, welches nach Nitsche wegen seiner Reinheit, als Medicinal-Glycerin einst eine Rolle spielen dürfte. Selbst aus Rohglycerin kann man durch Krystallisation reines Glycerin gewinnen, muß jedoch dann die zuerst

gewonnenen Krystalle, nachdem man sie wieder geschmolzen hat, zur vollständigen Reinigung nochmals krystallisiren. Im Winter 1871 sind in der Sarg'schen Fabrik circa 500 Ctr. Glycerin durch Krystallisation gereinigt worden. Die gelinden Winter von 1872 und 1873 dagegen verhinderten die Ausführung dieses Verfahrens in größerem Maßstabe.

Organische stickstofffreie Säuren.

Oxalsäure.

Ueber die Fabrikation der Oxalsäure aus Sägespänen, Kleie und Lignose hat William Thorn*) in Stuttgart eine Reihe von Versuchen ausgeführt, deren Hauptresultate wir in Folgendem zusammenfassen. Es ist bekannt, daß mehrere Fabriken Sägespäne zur Gewinnung von Oxalsäure verwenden (eine hierauf bezügliche Vorschrift findet sich in Jahrg. I dieses Jahrb. S. 327). Ueber die Verhältnisse, unter welchen man am zweckmäßigsten behufs der Oxalsäurebildung die Sägespäne mit ätzenden Alkalien in Berührung zu bringen hat, ist jedoch nur wenig in die Oeffentlichkeit gedrungen, weshalb W. Thorn sich bemühte, besonders hierüber Aufschluß zu geben. Die betreffenden Versuche wurden, sofern nur von Sägespänen die Rede ist, mit Tannenholz-Sägespänen von 15 Proc. Gehalt an hygroskopischem Wasser ausgeführt und zwar nach zwei verschiedenen Methoden. Bei der einen Methode wurde das entsprechende Quantum ätzender Lauge von 30 bis 42° Baumé in einem runden eisernen Gefäß von 5 Centim. Höhe, 10 Centim. unterem und 13 Centim. oberem Durchmesser über freiem Feuer zum Sieden erhitzt, in die siedende Lauge das Gesammtquantum der Sägespäne eingetragen und unter fleißigem Umrühren das Erhitzen fortgesetzt. Bei der zweiten Methode wurde das Material nur in einer Dicke von 1—1 1/2 Centim. auf eine flache Schale von Eisenblech aufgetragen und erhitzt. Bei der einen Methode findet also die Einwirkung in dickerer, bei der zweiten Methode findet sie in dünnerer Schicht statt. Das Ergebniß der Resultate wurde auf krystallisirte Oxalsäure $C_2 H_2 O_4 + 2 H_2 O$ pro 100 Ge-

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 24.

wichtstheile Holz berechnet. — Um zu ermitteln, inwiefern die Angaben richtig sind, daß man bei der Einwirkung von Aetznatronlauge auf Sägespäne eine geringere Ausbeute an Oxalsäure erhalte, als bei der Einwirkung von Aetzkalilauge oder einer Mischung von Aetzkali und Aetznatron, behandelte W. Thorn zunächst Sägespäne mit concentrirter Natronlauge und erhielt durch Erhitzen von 50 Grammen (1 Thl.) Holz mit Natronlauge von 100 Grammen (2 Thln.) Gehalt an Natronhydrat, auf 200° C. in dicker Schicht 36%, in dünner Schicht 34,68% Oxalsäure; durch Erhitzen von 25 Grammen (1 Thl. Holz) mit 100 Grammen (4 Thln.) Natronhydrat, auf 240° C. in dicker Schicht 42,30 Proc., in dünner Schicht 52,14 Proc. Oxalsäure; das Erhitzen mußte jedoch sehr sorgfältig geleitet werden, indem die Temperatur ungemein leicht zu hoch steigt, wobei sich die gebildete Oxalsäure wieder zersetzt.

Zahlreiche Versuche der Behandlung von je 1 Gew.-Thl. Sägespänen mit 2 Gew.-Thln. verschiedener Gemenge von — zu concentrirter Lauge gelöstem — Kali- und Natronhydrat, mittels 3/4—1 Stunde lang fortgesetzter Erhitzung bis auf 240° C. ergaben: 1) wenn das Erhitzen in dicker Schicht vorgenommen worden, bei einem Verhältniß von: 20 Kalihydrat und 80 Natronhydrat, 30 Proc. Oxalsäure; — 30 Kalihydrat und 70 Natronhydrat, 38,89 Proc.; — 40 Kalihydrat und 60 Natronhydrat, 43,70 Proc.; — 50 Kalihydrat und 50 Natronhydrat, 39,04 Proc.; – 60 Kalihydrat und 40 Natronhydrat, 42,67 Proc.; — 80 Kalihydrat und 20 Natronhydrat, 61,32 Proc.; — 90 Kalihydrat und 10 Natronhydrat, 64,24 Proc.; — und bei Anwendung von Kalilauge allein, 65,51 Proc. Oxalsäure. 2) wenn das Erhitzen in dünner Schicht — nach erfolgtem Eintragen der Sägespäne in die siedende 42° starke Lauge, wobei alle Lauge vom Holz aufgesaugt wird — vorgenommen, 1—1 1/2 Stunde fortgesetzt und auf 240—250° C. gesteigert worden, bei einem Verhältniß von: 20 Kalihydrat und 80 Natronhydrat, 74,76 Proc. Oxalsäure; — 30 Kalihydrat und 70 Natronhydrat, 76,77 Proc.; — 40 Kalihydrat und 60 Natronhydrat, 80,57 Proc.; — 60 Kalihydrat und 40 Natronhydrat, 80,08 Proc.; — 80 Kalihydrat und 20 Natronhydrat, 81,24 Proc. — und bei Anwendung von Kalihydrat allein, 81,23 Proc. Oxal-

säure. Hieraus geht das für die Praxis wichtige Resultat hervor, daß wenn man die Sägespäne in dünner Schicht von ungefähr 1 Centim. Höhe mit der concentrirten Lauge von 42° B. erhitzt, man eine bedeutend größere Ausbeute erhält, als beim Erhitzen in dicker Schicht und daß schon ein Gemenge von 40 Kalihydrat mit 60 Natronhydrat eine ebenso gute Ausbeute liefert wie die Kalilauge allein. Nur muß man beim Erhitzen darauf achten, daß die Masse nicht sehr ins Schmelzen kömmt, was durch fleißiges Umrühren verhindert werden kann. W. Thorn stellte eine Reihe entsprechender Versuche mit der Modification an, daß er beim Erhitzen der Sägespäne mit der Mischung von Kali- und Natronlauge in dünner Schicht, gleichzeitig einen Strom von warmer Luft über die Masse leitete, fand jedoch, daß dadurch die Ausbeute von Oxalsäure nicht vermehrt, sondern nur die Dauer des Erhitzens etwas abgekürzt wurde; ebenso erwies sich ein Zusatz von Braunstein als wirkungslos. Versuche mit Sägespänen von verschiedenen Holzarten ergaben das Resultat, daß weiche Hölzer (Tanne, Föhre oder Fichte, Pappel) eine größere Ausbeute an Oxalsäure geben als harte Hölzer (Buche, Eiche). — Um aus der erhitzten Mischung von Sägespänen und Aetzlauge, der sogenannten Schmelze, welche eine mehr oder weniger dunkle braune Farbe besitzt und nach dem Erkalten als trockene Masse erscheint, die entstandene Oxalsäure abzuscheiden, wird die Schmelze mit Wasser ausgekocht, bis sie sich nahezu gelöst hat und die erhaltene Lösung auf ungefähr 38° Baumé = 1,35 spec. Gew. concentrirt, wobei sie sehr dickflüssig wird. Dennoch scheidet sich nach längerem Stehen dieser concentrirten Lauge, wenn man Mischungen von Kali- und Natronlauge angewandt hatte, der größte Theil der Oxalsäure als oxalsaures Natron in Form eines feinkörnigen Krystallbreies aus. Dieser Krystallbrei muß durch eine mechanische Vorrichtung, z. B. durch eine Filterpresse oder Centrifuge, von der dicken Mutterlauge befreit werden. Das so erhaltene oxalsaure Natron ist ziemlich rein, hellbraun, bildet runde Körner von der Größe der Rübsamen; an diesen Körnern läßt sich keine bestimmte Krystallform erkennen. Zur ferneren Verarbeitung resp. Abscheidung der Oxalsäure wird sodann das oxalsaure Natron in kochendem Wasser gelöst und in die Flüssigkeit allmälig Kalkmilch in geringem Ueberschuß

eingerührt und ungefähr 2 Stunden lang damit gekocht. Die Lösung des oxalsauren Natrons darf jedoch hierbei nicht zu concentirt sein, weil sonst die Zersetzung durch den Kalk langsam von statten gehen würde und man einen größeren Ueberschuß an Kalk gebraucht. Giebt eine filtrirte Probe mit Essigsäure angesäuert und mit Chlorcalcium versetzt, noch einen Niederschlag, so setzt man noch kleine Quantitäten Kalkmilch zu; ist die Umsetzung eine vollständige, so zieht man die entstandene ätzende Lauge ab, kocht den ausgeschiedenen oxalsauren Kalk einige Male mit Wasser aus und sammelt ihn auf einem Filter. Der so gewonnene oxalsaure Kalk wird nun behufs Abscheidung der Oxalsäure mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt und mit einem großen Ueberschusse von auf 15° bis 20° Baumé verdünnter Schwefelsäure (man nimmt dreimal mehr Schwefelsäure, als nach stöchiometrischem Verhältniß nöthig sein würde) unter Umrühren versetzt. Unter Bildung von Gyps wird die Masse ziemlich steif, nach einigem Stehen aber wieder dünner und läßt sich dann leicht durchrühren; man setzt hierauf noch so viel Wasser zu, daß ein dünner Brei entsteht und erhitzt unter Umrühren gelinde — weil bei zu starkem Erhitzen die Lösung eine dunkle Färbung annehmen würde — 1 bis 2 Stunden lang. Ist die Zersetzung beendigt, so filtrirt man die Lösung, welche Oxalsäure nebst überschüssiger Schwefelsäure und etwas Gyps enthält, vom ausgeschiedenen Gyps ab und süßt letzteren mit etwas Wasser aus. Die abfiltrirte und mit dem Aussüßwasser vermischte Lösung wird auf 15° Baumé = 1,116 spec. Gew. eingedampft und zum Erkalten hingestellt, wobei sich der größte Theil des Gypses in kleinen asbestartigen Krystallen abscheidet. Nach Entfernung dieser Krystalle concentrirt man die Flüssigkeit weiter bis auf 30° B. = 1,261 spec. Gew., so scheidet sich beim Erkalten die Oxalsäure in langen Krystallen aus, welche, um sie rein zu erhalten, mehrmals umkrystallisirt werden. Die als Mutterlauge verbleibende Schwefelsäure kann bei folgenden Operationen wieder mit verwendet werden und wenn sie endlich zu reich an organischen Stoffen geworden, so wird sie durch Concentration wieder gereinigt. — Auch die bei dieser Fabrikation verbleibenden Laugen, welche sehr reich an organischen Stoffen (Humuskörpern u. dgl.) sind, regenerirt man wieder, indem man sie

auf 40° B. = 1,380 spec. Gew. concentrirt, dann mit viel Sägespänen vermischt, daß alle Lauge von den Holzspänen absorbirt wird und diese Masse auf Eisenplatten oder in einem Flammofen in dünner Lage calcinirt, bis die von einer Probe, mit warmem Wasser bereitete Lösung nur noch schwach gefärbt erscheint. Diese calcinirte Masse ist ein Gemenge von kohlensaurem ätzendem Alkali mit ausgeschiedener Kohle, besitzt eine grauschwarze Farbe, eine poröse Beschaffenheit und wird mit Wasser oder der bei der Zersetzung des oxalsauren Natrons mit Kalk erhaltenen verdünnten Aetznatronlauge ausgelaugt. Die so gewonnene Lauge wird mittelst Kalk wieder caustisch gemacht und wieder auf 42° Baumé = 1,407 spec. Gew. concentrirt. Sie kann nun von Neuem zur Oxalsäurefabrikation verwendet werden.

W. Thorn hat analoge Versuche ausgeführt, um Oxalsäure durch Erhitzen von Kleie (Weizenkleie) mit Aetzlauge zu bereiten. Hierbei hat sich ergeben, daß sich die Masse weniger dunkel färbt und man also leichter eine weiße oder farblose Oxalsäure gewinnt. Die Ausbeute der Oxalsäure aus der Kleie ist jedoch nicht größer, als diejenige aus Sägespänen und da die Kleie ziemlich hoch im Preise steht, so rentirt sich die Anwendung derselben zur Oxalsäurefabrikation nicht. Aehnlich verhält es sich mit der sogenannten Lignose, d. h. der von der incrustirenden Materie befreiten Cellulose oder Holzfaser. Kocht man nämlich Sägespäne mehrere Stunden lang mit Salzsäure, so wird die incrustirende Materie des Holzes gelöst und in Traubenzucker übergeführt, der sich gewinnen läßt; aber die hier zurückbleibende reinere Faser oder Lignose giebt eine bedeutend geringere Ausbeute an Oxalsäure, so daß sich dieser Prozeß kaum praktisch mit Vortheil verwerthen lassen wird.

Schon in Jahrg. VI dieses Jahrb. von 1870 S. 292 theilten wir ein Verfahren mit, um chemisch reine Oxalsäure darzustellen. Eine andere Methode zur Reinigung der Oxalsäure des Handels ist neuerdings von Dr. H. Habedank*) empfohlen worden. Zu diesem Behufe soll man die

*) Zeitschrift für analyt. Chemie von 1872, S. 282; — Dingl. pol. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 414.

rohe Oxalsäure des Handels in möglichst wenig heißem absoluten Alkohol auflösen und die Lösung von dem hierbei ungelöst bleibenden namentlich aus oxalsaurem Kalk und oxalsaurem Kali bestehenden Rückstande abfiltriren. Aus der abfiltrirten Lösung scheidet sich nach wenigen Stunden der größte Theil der Oxalsäure in Krystallen aus und man kann die Mutterlauge zum Lösen neuer Mengen des Rohproduktes benutzen. Nachdem die gewonnenen Krystalle gut abgetropft sind, löst man sie in siedendem destillirtem Wasser und befreit sie dadurch von beigemengtem oxalsaurem Aether. — Die alkoholische Mutterlauge kann schließlich zur Darstellung von reinem oxalsaurem Ammoniak benutzt werden. Zu diesem Behufe verdünnt man sie mit Wasser oder der Mutterlauge vom Umkrystallisiren der gereingten Oxalsäure aus Wasser, erhitzt zum Sieden und neutralisirt mit Ammoniak. Dabei bildet sich viel Oxamid und Oxamethan. Durch Ansäuern der Salzlauge mit wenig Oxalsäure, wozu die schon erwähnte wässrige Mutterlauge von der reinen Oxalsäure dienen kann und durch fortgesetztes Kochen werden jedoch diese Verbindungen leicht zersetzt. Man filtrirt heiß, macht das Filtrat schwach ammoniakalisch und läßt krystallisiren. Durch nochmaliges Umkrystallisiren erhält man das so gewonnene oxalsaure Ammoniak vollkommen weiß und rein.

Gerbsäure und Gerbstoffe.

Zur Darstellung von Tannin empfiehlt Löwe*) den sicilianischen Sumach, dessen Gerbsäuregehalt jedenfalls dem der Galläpfel gleich komme, wenn nicht sogar noch größer sei. Löwe nimmt an, daß die Identität der Gerbsäure des sicilianischen Sumachs, der sogenannten Sumachgerbsäure mit der Gallusgerbsäure oder dem Tannin kaum noch in Zweifel gezogen werden könne.

Gerberei.

Zur wissenschaftlichen Begründung der Gerberei hat A. Reimer**) eine Reihe von Versuchen und

---

*) Zeitschrift für analyt. Chemie von 1873 S. 128; — Dingl. pol. Journ. Bd. 210 v. 1873 S. 239.

**) Dingl. pol. Journ. Bd. 205 von 1872 S. 143, S. 249, S. 358 und S. 457.

Untersuchungen ausgeführt und bekannt gemacht, deren Resultate wir, so weit dies in einem Auszuge möglich ist, in Nachstehendem folgen lassen. — Zunächst weist Reimer darauf hin, daß zuerst im Jahre 1858 Fr. Knapp der damals verbreiteten Ansicht, daß das Leder eine chemische Verbindung von Gerbstoff mit Haut sei, entgegengetreten ist und bewiesen habe, daß die Haut bei ihrer Umwandlung in Leder ihre Structur nicht einbüßt, was der Fall sein müßte, wenn diese Umwandlung auf der Entstehung einer chemischen Verbindung der Haut beruhen würde; daß ferner das auf die Haut fixirte Gerbmittel sich wie chemisch frei verhält und daß seine Verbindung mit der Faser der Haut auch nicht nach stöchiometrischen Verhältnissen vor sich geht, sondern daß im Gegentheil die Aufnahme der Gerbmittel abhängig ist von der Concentration der Lösung und von der Natur des Lösungsmittels. Das Leder ist nach Knapp nichts anderes, als Haut, in welcher durch irgend ein Mittel das Zusammenkleben der Fasern beim Trocknen verhindert worden ist. Die rohe Haut bildet nach dem Trocknen eine steife hornartige Masse und zwar in Folge des Aneinanderklebens der einzelnen Fasern. Die Gerbung hat den Zweck dieses Aneinanderkleben zu verhindern, indem die Gerbmittel in die Poren der Haut eindringen und die einzelnen Fasern umhüllen. Die Kraft der Haut, Substanzen zu fixiren, beruht wie bei den Geweben überhaupt auf der Vergrößerung der Oberfläche durch die fasrige Structur. Die Gerberei ist somit nur ein specieller Fall des Prozesses der Färberei und die Verschiedenheit der Kraft, mit welcher bei der Loh- und der Weißgerberei der Gerbstoff von der Haut zurückgehalten wird, ist vergleichbar mit den ächten und unächten Farben der Färberei. Ein Leder ohne allen Gerbstoff läßt sich darstellen durch Verdrängen der Feuchtigkeit aus den Poren der Haut durch Alkohol und Aether. Ein solches Leder hat das Aussehen und die Eigenschaften weißgarer Leder und die Umwandlung schließt es vollkommen aus, das Leder als das Ergebniß einer chemischen Verbindung zu betrachten.

Reimer hat sich zur Aufgabe gestellt, unsere Kenntnisse über die Gerberei theils zu klären, theils zu erweitern. Dabei ist es jedenfalls von Wichtigkeit, die Zusammensetzung der Haut auf das Sorgfältigste zu erforschen. In dieser Rich-

tung sind bereits mehrfache Untersuchungen angestellt worden, so z. B. im Jahre 1870 von A. Müntz. Der Genannte fand rohe, jedoch gereinigte und enthaarte Rindshaut von mittlerer Stärke zusammengesetzt aus 51,43 Proc. Kohlenstoff — 6,64 Proc. Wasserstoff — 18,16 Proc. Stickstoff — 23,06 Proc. Sauerstoff und 0,71 Proc. Asche. Nach erfolgtem Gerben mit Lohe war das aus dieser Haut gewonnene lohgare Leder zusammengesetzt aus 52,68 Proc. Kohlenstoff — 5,65 Proc. Wasserstoff — 9,07 Proc. Stickstoff — 31,67 Proc. Sauerstoff und 0,93 Proc. Asche. Völlig trockene Haut besteht nach Müntz aus 3,086 Proc. Zellgewebe, welches durch kochendes Wasser nicht angegriffen wird, sich jedoch in Kupferoxydammoniak löst und ungefähr 15 Proc. Stickstoff enthält — 1,058 Proc. Fett — 0,467 Proc. Mineralsubstanz und 95,395 Proc. leimgebender Substanz. — Auch Lietzmann beschäftigte sich eingehend mit Versuchen über das Wesen der Gerberei, stellte seine Versuche in einer besonderen Monographie*) zusammen und classificirte die verschiedenen Lederarten nach ihrer Behandlungsweise, wie folgt:

In der Lohgerberei werden bei Sohlleder die Eiweißkörper der Haut und die gelöste leimgebende Substanz chemisch umgewandelt, durch tannin- und proteïnhaltige Vegetabilien. Bei Oberleder findet eine Umwandlung der Eiweißkörper mit Einschluß der Möglichkeit einer gleichen Einwirkung auf die leimgebende Substanz statt.

In der Weißgerberei werden nur die Eiweißkörper und zwar durch Mineralsubstanzen chemisch umgewandelt; die leimgebende Substanz bleibt unverändert.

Die Sämischgerberei ist ein rein physikalischer Färbeprozeß; die allein übrig gebliebenen indifferenten Gebilde grober Faserstränge und Zellwandungen der eigentlichen Lederhaut werden mit chemischen Umsetzungsprodukten animalischen Fettes mechanisch überzogen.

Die Bereitung von Fettgarleder ist theils auf chemische, theils auf physikalische Prozesse zurückzuführen, theils Gerbe-,

*) Lietzmann: Die Herstellung der Leder in ihren chemischen und physikalischen Vorgängen. Berlin 1870.

theils Färbeprozeß; die Eiweißkörper allein werden chemisch umgewandelt, die leimgebende Substanz bleibt unverändert und die groben Faserstränge der eigentlichen Lederhaut werden mechanisch überzogen durch animalische und vegetabilische Fette.

Reimer hat sich nun hauptsächlich damit beschäftigt, die Haut womöglich in ihren einzelnen Bestandtheilen kennen zu lernen, die für die Gerbung wichtigen Bestandtheile zu isoliren und deren Zusammenstellung und Eigenschaften im Allgemeinen festzustellen; insbesondere auch mit Rücksicht auf die einzelnen Gerbeoperationen.

Bekanntlich ist die thierische Haut ein zusammengesetztes Organ, bestehend aus der Oberhaut, der eigentlichen Lederhaut, auch Corium genannt und dem Unterhautzellgewebe. Die Oberhaut zerfällt in die Hornschichte, ein an dem Lebensprozesse nicht mehr theilnehmendes Gebilde, welches nur die Berührung mit der Außenwelt vermittelt, und in das Malpighi'sche Netz, einer mit Flüssigkeit gefüllten und aus kernhaltigen Zellen bestehenden Schichte, die bei dem Lebensprozeß thätig ist und bei der gereinigten Haut die Narbe bildet. Die Epidermis ist Sitz der Haare. Das Corium ist bedeutend dicker als die übrigen Hautschichten, es ist der eigentliche Repräsentant des Ganzen und die Geschmeidigkeit und Biegsamkeit nebst Festigkeit, überhaupt die hauptsächlich zu Tage tretenden Eigenschaften der Haut an sich, rühren von ihm her. Es zerfällt in die der Oberhaut zunächst liegende intermediäre Schichte und in die eigentliche Lederhaut. Beide bestehen hauptsächlich aus Bindegewebsfasern mit elastischen Fasern durchzogen und es sind die Bindegewebsfasern in der eigentlichen Lederhaut zu Bündeln vereinigt, die sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und im Allgemeinen mit der Oberfläche des Corium parallel laufen. Beim Austritt der Faserbündel in die der Epidermis zugekehrte Grenzschichte zerfahren jene Faserbündel in ihre Elemente, durchflechten sich in verschiedener Weise und bringen so die dichte eigenthümliche Beschaffenheit jener Grenzschicht zu Stande. Das Unterhautzellgewebe besteht aus formlosem Bindegewebe, es nimmt keinen Theil an dem Gerbeprozeß, sondern wird vorher abgestoßen.

Der Hauptbestandtheil der thierischen Haut sind die Bindegewebsfasern; außerdem enthält dieselbe die Zellen der Oberhaut,

Spiral- und elastische Fasern, Einlagerungen von Fettzellen und ein Albuminoid, welches das Zusammenkleben der Fasern verursacht und das man als identisch mit Eichwald's Mucin erklärt hat, ferner geringe Mengen von Eiweißkörpern und Aschenbestandtheile. Beim Kochen der Haut mit Wasser geht das Bindegewebe in Leim über, die übrigen Hautbestandtheile haben keinen Theil an der Leimbildung.

Die Operationen der Gerberei behandeln nicht die Haut im weiteren Sinne, sondern die von den Haaren und dem Unterhautgewebe, sowie den anhängenden Blut- und Fleischtheilen befreite Blöße. Dieses Produkt ist es auch, welches in Nachstehendem unter „Haut" verstanden wird. Zu seinen Versuchen benutzte Reimer meistens Kalbhaut, die durch Behandlung im Kalkäscher enthaart worden war, nur in einzelnen Fällen wurde durch Schwitzen enthaarte Haut verwendet.

Das Produkt, welches Reimer vom Gerber als Blöße bekam, also bereits frei von Haaren und Unterhautgewebe, sowie gröberen Verunreinigungen, wurde für die Zwecke, wo es sich darum handelte, Haut im chemischen Sinne rein zu haben, noch besonders in folgender Weise gereinigt: die Blöße wurde nochmals mit einem stumpfen Messer sorgfältig ausgestrichen und dadurch eine weißliche Brühe entfernt, die hauptsächlich Fett und Kalk, zum Theil wohl auch Kalkseife enthielt. Dann wurde sie circa einen halben Tag lang einem constanten Strome fließenden Wassers ausgesetzt, unter öfterem Durchwalken wieder ausgestrichen und diese Operation je nach Bedürfniß noch einige Male wiederholt. Die zuletzt durch Ausstreichen entfernte Flüssigkeit ist fast hell und enthält nur noch geringe Mengen Bindegewebe, welches sich mechanisch mit abstößt. Dann wurde die Haut, welche durch die letzten Operationen ein blendend weißes Aussehen erhalten hatte, in einzelne Stücken geschnitten und mittelst Metalldraht in hohe Glascylinder gehangen, die mit destillirtem Wasser gefüllt waren. Es wurde dabei besonders darauf geachtet, daß in jedem einzelnen Cylinder die Haut möglichst lose hing und, allerdings möglichst von Wasser bedeckt, eine ziemlich hohe Wasserschicht unter sich hatte. Auf diese Weise wurden die noch vorhandenen Verunreinigungen rasch und vollständig entfernt; das destillirte Wasser trübt sich etwas, bleibt jedoch nach zwei bis dreimaliger

Erneuerung vollständig klar und die Haut kann nun als rein angesehen und zu Versuchen verwendet werden.

Reimer bemühte sich nun aus der gereinigten Haut zunächst die beiden wichtigsten Bestandtheile derselben, nämlich das Albuminoid, welches das Zusammenkleben der Fasern verursacht, und die Bindegewebsfasern in möglichst reinem Zustande abzuscheiden, um sie einer genauen Untersuchung unterziehen zu können. Die Abscheidung des Albuminoides aus der Haut, resp. dessen Darstellung gelang ihm durch Behandlung der Haut mit Kalkwasser oder einer mäßig concentirten Kochsalzlösung. Bei Anwendung von Kalkwasser werden die zerkleinerten Hautstücken 6—8 Tage lang mit verdünntem Kalkwasser digerirt, die Auszüge, nach vorherigem Abpressen und Filtriren in einem großen Cylinder vereinigt und mit verdünnter Salzsäure bis zur sauren Reaction versetzt, wodurch sich das Albuminoid, das vom Kalkwasser aus der Haut aufgelöst worden war, in Flocken abscheidet, die nach circa 12 Stunden sich so zu Boden setzen, daß man den größten Theil der überstehenden Flüssigkeit klar mit einem Heber davon abziehen kann. Den Rest sammelt man mit dem flockigen Niederschlage auf mehreren Filtern, süßt anfangs mit schwach saurem, später mit reinem Wasser aus, spült den ausgewaschenen Niederschlag von den Filtern in ein größeres Gefäß aus und löst ihn behufs Entfernung der ihn noch begleitenden Zellreste nochmals in verdünntem Kalkwasser, indem man ihn eine Nacht damit in Berührung läßt. Diese Lösung wird mit etwas Holzkohle versetzt und geschüttelt, die man vorher durch Kalilauge und Salzsäure gereinigt, gut ausgewaschen und getrocknet hat und dann durch doppeltes schwedisches Filtrirpapier filtrirt. Aus der filtrirten Lösung fällt man das Albuminoid wieder durch verdünnte Salzsäure, sammelt wie bei der ersten Fällung den Niederschlag, nachdem er sich vollständig abgesetzt hat, auf einem oder mehreren Filtern, süßt ihn erst mit salzsäurehaltigem, dann mit reinem Wasser und zur Verdrängung des Wassers mit Alkohol und zuletzt mit Aether aus und entfernt den Niederschlag vom Filter, bevor er eintrocknet, da er sonst fest am Papier anhaftet. Bemerkenswerth ist, daß die Haut durch die erste Behandlung mit Kalkwasser noch nicht erschöpft ist, und immer noch beträchtliche Mengen von Albuminoid abgiebt, wenn man sie ein zweites

und selbst ein drittes Mal mit Kalkwasser behandelt; daher läßt sich die in der Haut vorhandene Menge von Albuminoid nicht bestimmen; es ist sogar nicht unwahrscheinlich, daß sich durch die Einwirkung des Kalkwassers auf das Bindegewebe immer wieder von Neuem Albuminoid bildet.

Das auf die beschriebene Weise dargestellte Albuminoid erscheint grauweiß, färbt sich beim Liegen im feuchten Zustande an der Luft etwas dunkler, quillt im Wasser auf, ohne sich darin wirklich zu lösen; man erhält eine dem Stärkekleister ähnliche Masse, nur etwas grau von Farbe; in Alkohol oder Aether ist es unlöslich, dagegen löst es sich in Kochsalzlösung von mittlerer Concentration (etwa 10 Proc. Kochsalz enthaltend), sowie auch in den Lösungen der meisten Salze der Alkalien und alkalischen Erden, auch in Kalilauge, Kalkwasser und Barytwasser; in reiner Essigsäure, auch in verdünnter Salzsäure löst es sich nur bei etwas Zusatz geringer Mengen von Salzen der Alkalien. Die angesäuerte Lösung dieses Albuminoids wird nicht gefällt durch Ferro- und Ferridcyankalium und die neutrale oder schwach alkalische Lösung giebt keine Niederschläge mit Eisenchlorid, schwefelsaurem Kupferoxyd, neutralem essigsaurem Bleioxyd und Quecksilberchlorid; dagegen entstehen Niederschläge durch Versetzen der Lösung mit basisch essigsaurem Bleioxyd, überschüssiger Gerbsäure und basisch schwefelsaurem Eisenoxyd. Wird die neutrale oder saure Lösung zum Sieden erhitzt, so ist keine Veränderung bemerkbar. Die Substanz ist völlig schwefelfrei und besteht bei 120° getrocknet im Mittel aus: 45,91 Proc. Kohlenstoff — 6,57 Proc. Wasserstoff — 17,82 Proc. Stickstoff und 29,60 Proc. Sauerstoff, welche Zusammensetzung der Formel $C_{30}\,H_{50}\,N_{10}\,O_{15}$ entspricht. Sowohl aus den Eigenschaften, wie aus der Zusammensetzung geht hervor, daß dieser Körper nicht, wie man vermuthete, identisch ist mit dem Mucin und ebenso wenig mit den Eiweißkörpern. Reimer hat daher dieser als eigenthümlich erkannten Substanz den Namen Coriin gegeben.

Zur Darstellung der reinen Bindegewebsfaser-Substanz aus der Haut, behandelte Reimer gereinigte Hautstückchen während mehrerer Tage mit sehr verdünnter Essigsäure bei gewöhnlicher Temperatur, wobei sich ein Theil der Bindegewebs-Substanz in der Essigsäure auflöst. Die so gewonnene

Lösung verdünnte er mit dem mehrfachen Volumen von Wasser, filtrirte sie und versetzte mit einem größeren Ueberschusse von Kalkwasser (welches jedoch ganz frei von Alkali sein muß). Hierdurch wird die Bindegewebsfasersubstanz in reichlichen Flocken ausgeschieden, während sich die geringe Menge von Coriin, das beim Behandeln der Haut mit Essigsäure mit in Auflösung gegangen war, in dem überschüssigen Kalkwasser auflöst, also beseitigt wird. Nach eintägigem Stehen mit dem Kalkwasser unter öfterem Umschütteln, wurde die gefällte Bindegewebsfasersubstanz auf einem Filter gesammelt, anfangs mit Kalkwasser, hierauf mit reinem Wasser ausgesüßt und dann nochmals in verdünnter Essigsäure gelöst. Nach erfolgtem Filtriren wurde die Lösung mit Kalilauge versetzt, bis sie nur noch ganz schwach reagirte und nach Zusatz von etwas reinem Kochsalz (um der Flüssigkeit ein höheres spec. Gewicht zu geben und den Niederschlag auf der Oberfläche zu erhalten) einen halben Tag der Ruhe überlassen. Aller Niederschlag hat sich dann an der Oberfläche gesammelt und stellt eine etwas zusammenhängende weiche schleimige Masse dar, die man leicht auf dem Filter sammeln kann. Es wird anfangs nur mit schwach saurem Wasser gewaschen bis zum Verschwinden der Kalkreaction, später mit reinem Wasser, dann mit Alkohol. Man erhält auf diese Weise immer weißer werdende, etwas zusammmenhängende Massen, welche durch Aufbewahren unter Aether vollkommen entwässert werden können und die reine Bindegewebsfasersubstanz sind. Diese Substanz quillt in Wasser auf, ohne sich zu lösen, löst sich dagegen in verdünnter Essigsäure, sowie auch in anderen Säuren, ebenso auch in Kalilauge; in Kalkwasser ist sie vollständig unlöslich und unterscheidet sich hierdurch auf das Bestimmteste von dem in Kalkwasser leicht löslichen Coriin. Bei längerem Kochen mit Wasser geht sie in Leim über. Aus ihrer Lösung in Essigsäure wird sie durch Kochsalz und andere Neutralsalze der Alkalien und alkalischen Erden, so wie auch durch gelbes und rothes Blutlaugensalz, durch Gerbsäure und durch basisch schwefelsaures Eisenoxyd gefällt. Die Bindegewebsfasersubstanz besteht bei 120° C. getrocknet im Mittel aus: 48,45 Proc. Kohlenstoff — 6,66 Proc. Wasserstoff — 18,45 Proc. Stickstoff und 26,44 Proc. Sauerstoff, welche Zusammensetzung der Formel $\text{Є}_{30} H_{46} N_{10} \Theta_{12}$ entspricht und woraus hervorgeht,

daß diese Substanz zum Coriin in sehr nahem Verhältnisse steht, indem sie nur 1 Aeq. Θ und die Bestandtheile von 2 $H_2\Theta$ weniger enthält, als das letztere. Hiernach erscheint das Coriin als ein durch gleichzeitige Aufnahme von 2 $H_2\Theta$ entstandenes Oxydationsprodukt der Bindegewebsfasersubstanz. Reimer weist auf die sehr interessante Thatsache hin, daß der von Cramer aus der Seide abgeschiedene und untersuchte Seidenfaserstoff, auch Fibroïn genannt, genau die nämliche Elementarzusammensetzung wie der Bindegewebsfaserstoff besitzt, und daß beide Faserstoffe in ihren Eigenschaften so übereinstimmen, daß hier jedenfalls eine Isomerie vorliegt. Das neben dem Fibroïn vorkommende Sericin oder der Seidenleim steht dem Coriin sehr nahe und unterscheidet sich von diesem nur dadurch, daß es 1 Aeq. Sauerstoff mehr enthält. Reimer empfiehlt die Bindegewebsfasersubstanz Hautfibroïn zu nennen.

Die genauere Kenntniß der Hauptbestandtheile der Haut ist jedenfalls eine Hauptbedingung, um über das Wesen der Gerbungsprozesse zu völlig klarer Einsicht zu gelangen. Gestützt auf die oben mitgetheilten Resultate seiner Untersuchungen über die Hautbestandtheile, hat Reimer die Haut mit verschiedenen, namentlich gerbend wirkenden Stoffen in Berührung gebracht und die dadurch zur Erscheinung gelangenden Vorgänge beobachtet. Der ausführlichen Darlegung seiner Beobachtungen und Versuche können wir hier nicht folgen, werden dagegen die gewonnenen Resultate mittheilen.

Zum Enthaaren der zu gerbenden Häute (mit Ausnahme sehr starker Häute, bei denen das sogenannte Schwitzverfahren in Anwendung kömmt) benutzt man bekanntlich den Kalk. Dieser, besonders als Kalkwasser wirkt auflockernd, theilweise lösend auf das Coriin und erleichtet dadurch die Entfernung der Haarwurzeln, außerdem wirkt er zertheilend auf die Bindegewebsfaserbündel, so daß dieselben fähiger werden, Gerbstoffe aufzunehmen. Es bleibt jedoch stets ziemlich viel Kalk in der Haut sitzen. Um diesen Kalk wenigstens zum größten Theile zu entfernen, werden sodann die Häute mit Säuren behandelt. Hierzu passende saure Flüssigkeiten stellt man dar, indem man Weizenkleie, oder auch alte gebrauchte Lohe der Gährung überläßt. Die dabei entstehenden Säuren sind: Ameisensäure,

Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure. Man hat auch Mineralsäuren in großer Verdünnung empfohlen; dieselben wirken aber auf Kosten der Haltbarkeit des späteren Fabrikats. Außerdem wirken aber die Säuren auch auf die Bindegewebsfaser selbst ein, indem die Bündel der Bindegewebsfasern dadurch gleichsam aufgefasert werden und ein Theil der kleinen Fasern sogar in Lösung übergeht, was man jedoch verhindern kann, wenn man gleichzeitig etwas Kochsalz, Gerbsäure oder etwas Alkohol zur Säure mischt.

Die Versuche über die Einwirkung gereinigter Haut auf gelösten gereinigten Kalialaun führten zu dem interessanten Resultate, daß beim Eindringen der Alaunlösung in das Innere der Haut, ein Theil der Alaunlösung in ihre Bestandtheile schwefelsaure Thonerde und schwefelsaures Kali zersetzt wird, wobei die schwefelsaure Thonerde von der Faser der Haut zurückgehalten „fixirt" wird, während das schwefelsaure Kali allmälig in die äußere Flüssigkeitsschicht diffundirt. Das hierbei gewonnene Produkt der Gerbung von Haut mit reinem Alaun ergiebt in allen Fällen ein Leder von sehr geringer Qualität. Es unterscheidet sich nach dem Trocknen nur wenig von roher getrockneter Haut, und ist hornartig steif. Dies Verhalten wird dadurch bedingt, daß der Alaun keinen Einfluß auf das in der Haut befindliche Coriin ausübt, welches auch nach der Behandlung mit Alaun in der beschriebenen Weise eintrocknet, wie in unbehandelter Haut, nämlich zu einer steifen hornartigen Masse, die in der ganzen Haut vertheilt ist und welcher das Leder das harte, spröde und brüchige Verhalten verdankt. Der Alaun wirkt im Sinne einer verdünnten Säure, jedoch ohne ein Schwellen der Haut zu verursachen.

Fernere Versuche über das Verhalten gereinigter Haut in Kochsalzlösungen ergaben folgende Resultate: Wurde die Haut mit Kochsalzlösung behandelt, welche mit etwas Alkali alkalisch gemacht worden war, so fand sich bei Anwendung von 5 und von 10 procentiger alkalischer Kochsalzlösung etwas Coriin in Auflösung, aber die Haut blieb durchscheinend, also ungegerbt. Auch neutrale Kochsalzlösungen von 5 und von 10 Proc. Kochsalzgehalt lösten eine ziemliche Menge von Coriin auf und bewirkten nur eine theilweise

Gerbung. Gesättigte neutrale Kochsalzlösung nahm kein Coriin auf und bewirkte eine ziemliche Gare. Angesäuerte Kochsalzlösung von 10% Kochsalzgehalt und ganz gesättigt und mit 1/2 Proc. Essigsäurehydrat angesäuert, vermochte kein Coriin aufzulösen und verwandelte die Haut in ein Produkt, welches sich nicht von weißgarem Leder unterscheiden ließ.

Mit dem Unlöslichwerden des Coriins geht die Gare oder Gerbung der Haut Hand in Hand; eine vollständig gare Haut enthält alles Coriin im gefällten resp. im unlöslichen Zustande. In diesem unlöslichen Zustande verliert das Coriin seine Eigenschaft beim Trocknen hornartig zu werden; es erscheint dann faserig-flockig, ganz ähnlich wie gequollenes Bindegewebe und die geringe Sprödigkeit, welche es noch behält, kann durch Ziehen und Dehnen fast vollständig gehoben werden. Außerdem ist es in der Haut im Verhältniß zur Menge des Bindewebes nur in untergeordneter Menge vorhanden. Die Eigenschaften des Bindegewebes treten nun in den Vordergrund.

In der Praxis wendet man die Kochsalzlösung immer nur von mittlerer Concentration (circa 10% Kochsalzgehalt) an, indem ein Ueberschuß von Kochsalz, wie er in gesättigter Lösung vorhanden wäre, in der Art schädlich wirken würde, daß sich schon beim Liegen der Haut im feuchten Zustande, im Innern derselben Krystalle abscheiden, die einen zerstörenden und nachtheiligen Einfluß auf die Haut ausüben und deren spätere Verwendbarkeit sehr beeinträchtigen, überhaupt deren Werth verringern würden.

Die Gerbung mit reinem Kochsalz findet eine ausgedehnte und fast ausnahmslose Anwendung in einigen Zweigen der Pelzwaarengerberei. Alle Schaafwaare wird auf diese Weise gegerbt. Man bestreut die Felle nach vorhergegangener gründlicher Reinigung, bei welcher sogar nebst dem Unterhautgewebe ein Theil der Lederhaut entfernt wird, auf der Innenseite dicht mit Gerstenschrot (zuweilen auch mit Maisschrot), legt sie darauf einige Tage in eine Kochsalzlösung von 10° Baumé und überläßt sie nach dem Herausnehmen unter öfterem Umlegen der Gährung. Nach ungefähr 20 Tagen ist dieselbe zu Ende; die Häute werden getrocknet, leicht angefeuchtet und „gepäckelt“ (eine Arbeit, welche mit dem Stollen in der Weißgerberei zu vergleichen ist). Dann kommt

die Operation des Färbens; die Häute werden vorher nochmals in Salzbeize gelegt, auch die Narbenseite durch Alkali vorsichtig entfettet und mit Kleister bestrichen. Die Farbe besteht aus Gerbsäure und Eisensalz. Die Häute bleiben 3—4 Tage darin, werden darauf nach gutem Auswaschen, um der ein wenig verminderten Gare zu begegnen, nochmals in Salzbeize gelegt und weiter verarbeitet. Der Erfolg dieser Gerbung beruht darauf, daß sich bei der Gährung aus dem Gerstenschrot Säuren bilden, welche mit dem aufgesaugten Kochsalz zusammen das Coriin in den unlöslichen Zustand überführen. Reimer hat durch besondere Versuche nachgewiesen, daß bei diesem Zweige der Gerberei das Kochsalz die gerbende Substanz ist und daß es dabei von der Haut aufgenommen wird; diese Aufnahme von Kochsalz erfolgt jedoch nur bei Vorhandensein von Säure, die also hier unentbehrlich ist. Aus einer neutralen Kochsalzlösung vermag die Haut kein Kochsalz aufzunehmen und läßt sich daher in einer solchen neutralen Lösung noch nicht in Leder verwandeln.

Bekanntlich wendet man in der sogenannten Weißgerberei gewöhnlich Kochsalz und Alaun gemeinschaftlich in verschiedenen beliebigen Verhältnissen an. Früher glaubte man, daß der Zusatz von Kochsalz zum Alaun den Zweck habe, Chloraluminium zu bilden, daß somit eine Umsetzung beider Salze vor sich gehe und die gebildete Chlorverbindung die garmachende Wirkung ausübe. Schon Knapp hat jedoch das Unrichtige dieser Annahme dargethan und das Kochsalz als ein den Austausch der Flüssigkeiten beförderndes Mittel, welches die Aufnahme des Alauns durch die Haut beschleunige, bezeichnet. Die Versuche von Reimer bestätigen diese Ansicht von Knapp wenigstens insofern, als daraus hervor geht, daß dem Kochsalz unbedingt ein activer Einfluß in endosmotischer Hinsicht zugeschrieben werden muß, sowie, daß das Kochsalz die Absorption der Thonerdeverbindung durch die Haut wesentlich beschleunigt. Außerdem hat Reimer nachgewiesen, daß bei der Gerbung der Haut mit einer Mischung von Alaun und Kochsalz, ein basisches wasserhaltiges Thonerdesalz auf die Faser niedergeschlagen wird und daß dieses Salz um so basischer sich niederschlägt, je größer der Zusatz von Kochsalz war.

Ganz analog verhält sich die schwefelsaure Thon=

erde. Eine Lösung von schwefelsaurer Thonerde vermag für sich allein die Haut ebensowenig in Leder überzuführen, wie eine Alaunlösung; erst ein Zusatz von Kochsalz führt zu einem günstigen Erfolge. Auch essigsaure Thonerde wirkt nur bei Gegenwart von Kochsalz, erzeugt jedoch dann ein Leder von ausgezeichneter Beschaffenheit, so daß die essigsaure Thonerde in Gemeinschaft mit Kochsalz als Gerbmaterial jedenfalls beachtenswerth ist. Bei der großen Empfindlichkeit der Haut dürfte ganz besonders der Umstand von Werth sein, daß in diesem Falle nur organische Säure — Essigsäure — in Betracht kommt, während bei Anwendung von Alaun oder schwefelsaurer Thonerde auch freie Schwefelsäure zur Wirkung gelangt. Daß aber die Schwefelsäure, selbst in verdünntem Zustande, das Fabrikat schädigt, ist genügend bekannt. Bei Anwendung von essigsaurer Thonerde hat man den besonderen Vortheil, daß durch geeignete Behandlung, z. B. durch Aufhängen der damit gegerbten Häute in luftigen Räumen, die Essigsäure gänzlich verflüchtigt werden kann. Die Darstellung der essigsauren Thonerde zum Behufe ihrer Verwendung in der Weißgerberei kann geschehen durch Auflösen von Thonerdehydrat, wie es aus dem Kryolith in großer Menge gewonnen wird, in der gewöhnlichen rohen Essigsäure des Handels.

Ferner constatirte Reimer durch entsprechende Versuche, daß Eisenalaun und Chromalaun sich als Gerbmaterialien ganz analog dem gewöhnlichen Alaun verhalten und für sich allein angewandt kein brauchbares, bei gleichzeitiger Verwendung von Kochsalz dagegen ein vorzügliches Leder aus der Haut zu erzeugen vermögen.

Auch auf Beobachtungen über das Verhalten der Haut und ihrer Bestandtheile zur Eichengerbsäure dehnte Reimer seine Untersuchungen aus. Hierzu benutzte er jedoch nicht den gewöhnlichen Loheauszug, weil in demselben außer dem reinen Gerbstoff noch andere Substanzen vorkommen, die wahrscheinlich ebenfalls auf die Haut einwirken; sondern Reimer stellte sich nach dem Verfahren von Hlasiwetz durch fractionirte Fällung von Loheauszug mit Bleizucker und Zersetzen des in Wasser vertheilten Bleiniederschlages mittelst Schwefelwasserstoff eine Lösung von reinerem Eichengerbstoff dar. Dabei benutzte er zur Zersetzung durch Schwefelwasserstoff nur den

zuletzt durch Bleizucker entstehenden Niederschlag von heller Farbe; die Gerbstofflösung, welche er bei der Zersetzung dieses Niederschlages erhielt, dampfte er nicht ein, um nicht hierdurch einen Theil des Gerbstoffs zu zerstören. Versuche mit reinem Hautfibroin (s. oben S. 325), wie mit Coriin ergaben, daß diese beiden Hautbestandtheile sowohl in neutraler, als in angesäuerter Flüssigkeit die Fähigkeit besitzen, Gerbsäure in bedeutender Menge aufzunehmen und zwar um so mehr, je feiner der Zustand der Vertheilung ist, in welchem sie sich befinden. Von einer chemischen Verbindung der Haut mit dem Gerbstoffe kann jedoch hierbei nicht die Rede sein, da die Aufnahme der Gerbsäure nicht nach bestimmten Verhältnissen vor sich geht, sondern sich nach der Menge der Gerbsäure richtet, die in der Lösung enthalten ist. Die Haut nimmt die Gerbstoffe in ganz analoger Weise auf, wie sie auch viele Farbstoffe aufzunehmen und zu fixiren vermag; sie theilt diese Fähigkeit mit vielen anderen Körpern, wie z. B. mit den Proteïnsubstanzen, der thierischen Faser (Seide, Wolle), der Kohle u. a. m. Während sich jedoch aus dem mit Alaun gegerbten Leder die schwefelsaure Thonerde leicht wieder herauswaschen läßt, giebt lohgares Leder die aufgenommene Gerbsäure nicht wieder an Wasser ab. Diese Verschiedenheit der Kraft, womit die Gerbsubstanzen von der Haut zurückgehalten werden, bedingt auch deren größere oder geringere Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit. Die Gerbsäure bildet im lohgaren Leder einen Schutz für die Faser; dieser Widerstand muß beim Kochen mit Wasser erst überwunden werden und die Leimbildung geht deshalb schwieriger vor sich. Gleichzeitig ist der Uebergang in Leim mit einem Unlöslichwerden desselben verknüpft, da die Gerbsäure nicht freigegeben wird, sondern gebunden bleibt. Nur überschüssiger Leim vermag diese Verbindung zu lösen. Die Thonerdesalze dagegen haben keine Neigung mit dem Leim eine unlösliche Verbindung einzugehen; kaltes Wasser schon löst die Salze von der Haut auf, beim Kochen erfolgt diese Auflösung noch leichter und der Uebergang des Bindegewebes in Leim hat keine Schwierigkeit. Das Verhalten der Haut gegen Gerbsubstanzen gehört unzweifelhaft in diejenige Classe von Erscheinungen, welche man im Allgemeinen als „Flächenanziehung“ bezeichnet.

Zur Befestigung von Leder auf Metallen soll

nach Fr. Sieburger,*) die nachstehende von Fuchs herrührende Vorschrift vorzüglich sein: Zunächst digerirt man 1 Gew.-Thl. grobes Galläpfelpulver mit 8 Gew.-Thln. destillirtem Wasser ungefähr 6 Stunden lang und colirt durch Leinwand; sodann bestreicht man die aufzuklebende Fläche des Leders mittels eines Pinsels mit dem warmen Galläpfelauszug und versieht in gleicher Weise die rauh gemachte und erwärmte Oberfläche des Metalls mit einer warmen aus 1 Gew.-Thl. Leim und 1 Gew.-Thl. Wasser bereiteten Auflösung. Das Leder wird sodann mit seiner bestrichenen Fläche auf das bestrichene Metall sorgfältig aufgelegt, gut angepreßt und an der Luft getrocknet. Die Verkittung soll äußerst fest sein.

Stärke, Zucker und verwandte Stoffe.

Stärke.

Ueber die Produktion, Gewinnung und Anwendung verschiedener Stärkemehlsorten hat P. L. Simmonds*) interessante Aufschlüsse gegeben, von welchen hier die bemerkenswerthesten kurze Erwähnung finden mögen.

Arrowroot. — Die Arrowrootstärke ist ursprünglich hauptsächlich in Westindien abgeschieden worden, aus den Wurzeln verschiedener Maranta-Arten und Canna-Arten, ganz besonders aus Maranta arundinacea, sowie auch aus M. Allouya, M. ramosissima und M. nobilis; man hielt das Bermuda-Arrowroot für die reinste Sorte, doch hat in den letzten Jahren die Produktion des Arrowroots auf der genannten Colonie bedeutend abgenommen. Während sie im Jahre 1870 noch 45,675 Pfund betrug, belief sie sich im Jahre 1872 nur noch auf 26,710 Pfund. Ebenso verhält es sich mit der Arrowroot-Produktion auf Jamaica. Dagegen hat diese Produktion auf der Insel St. Vincent beträchtlich zugenommen und beträgt daselbst jetzt 2 Millionen Pfund. jährlich. — Auch in Südamerika, besonders in der Provinz Para,

---

*) Gewerbeblätter von 1872 S. 53; — Dingl. pol. Journ. Bd. 208 von 1873 S. 158.

**) Pharmaceutical Journal Bd. 34 S. 833 u. 853; — Dingl. pol. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 217.

wird viel Arrowroot aus der Maranta arundinacea producirt; die genannte Pflanze findet sich dort in 2 Varietäten, wovon die eine mit dicker langer Wurzel das meiste Mehl liefert, während die andere von geringerem Werthe ist; diese wird wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem Vorderfuß einer Unze (Jaguar), Unzentatze genannt. — In China scheidet man aus den Wurzeln von Nelumbium speciosum eine Art Arrowroot aus. — In Ostindien wird jetzt ächtes Maranta-Arrowroot producirt; im Jahre 1840 führte nämlich Elphinstone die Maranta aus Amerika in Ostindien ein, woselbst sie jetzt in mehreren Provinzen angebaut wird, besonders in der Residenzschaft Madras. Die Maranta braucht bis zu ihrer vollständigen Entwicklung 12—15 Monate; sie enthält nach einem Jahre das Maximum an Stärkemehl, nämlich 16 Procent. Die Wurzel ist weiß, fleischig, im völlig ausgewachsenen Zustande etwa 9 Zoll lang und 1 1/2—2 Zoll dick. In Travankor scheidet man aus der Wurzel der Curcuma rubescens eine Art Arrowroot ab; in Tikor, Benares und Madras aus der Wurzel der Curcuma angustifolia, in Berar aus der C. leucorrhiza. Auch in Ceylon wird gegenwärtig Arrowroot producirt. — In Australien benutzt man die Wurzeln verschiedener Canna-Arten zur Arrowrootbereitung, so besonders der Canna Achiras, C. glauca, C. coccinea, C. flaccida und C. edulis. Das Mehl von C. glauca und coccinea wird „Tous les mois“ genannt. — In Queensland dient Zamia (Encephalartus) spiralis; auf den Bahamas die Zamia angustifolia; in Florida die Z. integrifolia zur Arrowrootbereitung. — Die Capcolonie und Natal betreiben die Arrowrootbereitung mit vieler Sorgfalt und benutzen dazu die Maranta arundinacea. Auch die Insel Madagaskar liefert dieses allgemein beliebte Stärkemehl. — Die Bereitung des Arrowroot aus den dasselbe enthaltenden Wurzeln erfolgt auf ähnliche Weise, wie bei uns die Abscheidung der Stärke aus den Kartoffeln. Die Wurzeln werden zerdrückt oder zwischen Walzen zerquetscht und dann mit Wasser behandelt, in welchem sich das Stärkemehl vertheilt, und aus welchem es sich dann absetzt.

Cassava- oder Maniotstärke wird vorzugsweise in

Südamerika, besonders in Brasilien producirt und zwar entweder aus Manihot utilissima, der sogenannten bitteren Art, welche giftig ist, und aus Manihot Aipi, der süßen, nicht giftigen Art. Die Wurzel der bitteren Art oder eigentlichen Cassava erreicht eine Länge von 3 Fuß; sie dient zu Brot und Kuchen, zu welchem Zwecke man sie fein zermalmt, preßt und den Preßkuchen erhitzt. Schon beim Pressen geht mit dem ablaufenden Milchsafte der größte Theil des Giftstoffes fort und der Rest davon wird durch die Erhitzung ausgetrieben. Unterwirft man das aus der Wurzel abgeschiedene Stärkemehl im noch feuchten Zustande der Erhitzung, so erhält man es in harten, festen Stückchen, die als Tapioka in den Handel kommen. Tapioka wird sowohl aus dem Mehle der bittern, als aus demjenigen der süßen Wurzel dargestellt. Die bittere oder Cassava-Pflanze wird in Brasilien, Venezuela und um Carracas viel angebaut; die Fortpflanzung geschieht durch Schößlinge des holzigen Theils des Stammes; das Gewächs bedarf eines sehr guten, aber nicht nassen Bodens und saugt denselben stark aus. Die Wurzel ist binnen 8 Monaten so weit gediehen, daß sie eingeerntet werden kann, doch nimmt sie, wenn man sie in der Erde läßt, noch fortwährend an Größe zu und ihre gelben Knollen erreichen mitunter ein Gewicht von 30 Pfund. Die bittere Art wird durch Kochen nicht weich, dagegen die Aipi oder süße Art; diese ist hauptsächlich im tropischen Südamerika heimisch, ihre Wurzel ist röthlich und mild, bedarf daher zum Küchengebrauch keiner Vorbereitung. Zur Zubereitung der Wurzel sind zwei verschiedene Methoden üblich, die nasse und die trockene. Nach der nassen Methode läßt man die zerriebene Wurzel 4—6 Tage lang unter Wasser liegen, knetet sie dann darin, preßt aus, versetzt die Masse mit etwas bereits gegohrener Maniok-Paste und bäckt sie in Oefen. Das sogenannte trockene Verfahren besteht darin, daß man die zerriebene Wurzel sogleich preßt und bäckt. Die Gewinnung des Stärkemehls aus der Wurzel geschieht auf die gewöhnliche Weise durch Kneten der Masse in Säcken oder auf Sieben, unter Wasser, Sammeln des im Wasser gebildeten Absatzes, Waschen und Trocknen desselben an der Sonne. Unter dem Namen Carima versteht man eine sehr feine Maniocstärke, welche in Form kleiner Kugeln in den Handel gelangt. — Auch

in Ostindien und auf Ceylon wird gegenwärtig Tapioka producirt.

Sago. — Singapore ist gegenwärtig der Hauptplatz für die Bereitung und der Hauptmarkt für den Handel mit gekörntem Sago und Sagomehl. Der letztere Name dient zur Bezeichnung des Satzmehles selbst oder der ungekörnten Stärke. Das gekörnte Satzmehl oder der eigentliche Sago, ein schmutzigbraunes Präparat, pflegte aus dem malayischen Archipel früher in kleiner Menge exportirt zu werden; als aber im Jahre 1814 der Handel nach Europa eröffnet wurde, fingen die Chinesen auf Mallaka an, eine bessere Art zu bereiten, die im Verkehre den Namen Perlsago führt. Es giebt 4—5 Palmenarten, welche Sago liefern; unter ihnen sind aber die am ausgedehntesten cultivirten Sagus Königii und Sagus laevis. Palmen kommen überall auf dem malayischen Archipel und den Philippinen vor, wo nur ein für sie günstiger Boden ist und ein solcher besteht aus einer Art Marsch- oder Sumpfland, hervorgegangen aus zerstörten Pflanzen und in der Nähe des Meeres gelegen. Jene Palmen vermehren sich sowohl durch Sprößlinge, als auch durch Samen und sterben nach der Fruchtreife ab. Der Sagobaum ist nachdem man ihn gefällt und die Krone beseitigt hat, ein 15 bis 20 Fuß langer und 20 Zoll dicker Cylinder. Sein Inhalt beträgt beinahe 26 Bushles, und da die Hälfte davon aus Holzfaser besteht, so bleiben 13 Bushles Stärkemehl übrig. Drei Bäume liefern mehr Nahrungsstoff als ein Acker Weizen und 6 mal mehr als ein Acker Kartoffeln. Der rohe Sago, d. h. der ursprüngliche markige Inhalt der Stämme wird zur weiteren Verarbeitung nach Singapore gebracht und zwar hauptsächlich von der Nordwestküste Borneo's und von der Nordostküste Sumatra's; doch gelangen auch Sendungen von viel größerer Ferne dahin. Die Verarbeitung geschieht von den Chinesen, indem sie das Mehl von der Faser und dem Zellgewebe trennen und dann entweder in Pulverform oder zu Körnern geformt auf den Markt bringen. Auch in der Colonie Labuan wird viel Sago producirt.

Dextrin.

Gegenwärtig kennt man einfache und billige Methoden, um ein sehr reines Dextrin aus Stärkemehl zu

bereiten. So wird z. B. in der deutschen Pharmacopoe nachstehende hierauf bezügliche Vorschrift gegeben: man mische 150 Thle. Stärkemehl, 750 Thle. kaltes destillirtes Wasser und 4 Thle. krystallisirte Oxalsäure gut mit einander und erwärme diese Mischung in einem bedeckten Gefäße unter fleißigem Umrühren auf einem Dampfbade so lange, bis Jodlösung keine Reaction auf Stärkemehl mehr giebt, alsdann rühre man so viel präcipitirte kohlensaure Kalkerde zu, als zur Neutralisation und Fällung aller Oxalsäure nöthig ist, stelle sie, damit sich der oxalsaure Kalk vollständig abscheidet, zwei Tage lang an einen kühlen Ort, filtrire und dampfe die abfiltirte klare Dextrinlösung in einer Porzellanschale so weit ein, bis die dicke Masse nicht mehr an den Fingern klebt. Diese Masse, welche genügend zäh ist, wird endlich in Bänder ausgezogen und bei gelinder Wärme vollständig getrocknet, so hat man reines Dextrin. Aus 150 Thln. Stärkemehl gewinnt man 110 Thle. Dextrin.

Gummi.

Nach C. Scheibler*) findet sich in dem Zellengewebe der Zuckerrüben ein Stoff, der unter Umständen in den Zuckersaft mit übergeht und alsdann die Rolle eines sogenannten Nichtzuckerstoffes spielend, die Qualität des Saftes ganz außergewöhnlich verschlechtert und die Verarbeitung desselben so erschwert, wie es bei keinem andern Körper aus der Gruppe der Nichtzuckerstoffe geschieht. Dieser Stoff ist eine Säure und wurde von Fremy als Metapectinsäure bezeichnet. Merkwürdiger Weise findet sich diese sogenannte Metapectinsäure nicht in allen Jahrgängen in gleicher Menge in den Rüben, sondern fehlt in manchen Jahrgängen, wie dies z. B. bei den Rüben im Jahre 1868 der Fall war, fast gänzlich, während andere Jahrgänge, wie z. B. derjenige vom Jahre 1872 Rüben liefern, die sehr viel davon enthalten. C. Scheibler hat nun nachgewiesen, daß der in Rede stehende Stoff nicht Metapectinsäure, sondern Gummi ist, das mit dem arabischen Gummi in seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung vollkommen übereinstimmt. Zur Abscheidung dieses Rübengummi's soll man folgendermaßen verfahren:

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1873 S. 612 — Dingl. pol. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 302.

Frischer, ohne Wasserzusatz erzielter Rübenbrei (Reibsel von der Handreibe oder von der Fabrikreibe) wird mittels einer scharfen Spindelpresse möglichst vom Safte befreit, worauf man die rückständigen Preßlingskuchen im zerbröckelten Zustande in Alkohol von 86 bis 90 Volumproc. einträgt und damit einige Stunden kalt in Berührung läßt. Man preßt darauf die alkoholische Lösung ab und wiederholt die Extraction mit Alkohol noch einmal in gleicher Weise. Der Alkohol nimmt hierbei den Zucker, sowie die meisten übrigen Nichtzuckerstoffe fast ebenso gut und vollständig weg, als es durch Maceration mit Wasser geschehen würde, nur mit dem Unterschiede, daß das im Zellgewebe vorkommende Gummi darin nicht aufquillt und nicht löslich werden kann. Nachdem auch der zweite Alkoholaufguß abgepreßt ist, bringt man die Preßlinge in kochendes Wasser, erhitzt einige Zeit unter Umrühren, um den Alkohol zu verflüchtigen und das Gummi aufzuquellen, setzt dann reine Kalkmilch bis zur stark alkalischen Reaction zu und erwärmt damit auf dem Wasserbade. Darauf preßt man die erhaltene Lösung von Gummi-Kalk ab und behandelt sie mit Kohlensäure, um den überschüssig vorhandenen Aetzkalk zu fällen. Das Filtrat davon verdampft man auf dem Wasserbade auf ein kleineres Volumen, filtrirt nochmals, um die Ausscheidungen zu entfernen, versetzt das Filtrat mit Essigsäure bis zur stark sauren Reaction und fällt mit starkem Akohol in großem Ueberschuß. Es fällt hierbei unreines Rübengummi als klebrige fadenziehende Masse heraus. Nach einigem Stehen gießt man die saure Alkohollösung ab, löst das Gummi in wenig Wasser, filtrirt, wenn nöthig und fällt die Lösung abermals mit Alkohol, welche Operation man einige Male wiederholt. Bei diesem wiederholten Ausfällen schlägt sich das reine Gummi, auch Arabin oder Arabinsäure genannt, nicht mehr als fadenziehendes Gerinnsel, sondern in Flocken nieder, enthält aber immer etwas mineralische, beim Verbrennen als Asche zurückbleibende Bestandtheile, die sich nicht völlig daraus wegbringen lassen. Das so dargestellte Arabin besteht nach Scheibler, abgesehen von den mineralischen, demselben hartnäckig anhaftenden Beimengungen im Mittel aus 41,8 Proc. Kohlenstoff, 6,6 Proc. Wasserstoff und 51,6 Proc. Sauerstoff, was der Formel der Arabins $C_{12}H_{22}O_{11}$ entspricht. Höchst wahrscheinlich findet sich das

Gummi unter normalen Verhältnissen im Marke reifer und gesunder Rüben in unlöslicher Form, d. h. in der Modification der sogenannten Metaarabinsäure, in welcher Form es auch im Kirschgummi (Cerasin) enthalten ist. In dieser Form quillt es in reinem Wasser zu einer gallertartigen Masse auf, welche das Ansehen von Froschlaich hat. Unter anderen Verhältnissen aber, so in den alterirten Rüben, den Rüben erhitzter Mieten, sowie in den Rüben gewisser Jahrgänge, findet sich die Arabinsäure in der unmittelbar löslichen Form zum größten Nachtheile der Qualität der zu gewinnenden Säfte. Aber auch in der aufquellenden unlöslichen Form der Metaarabinsäure verflüssigt sie sich sogleich bei der Einwirkung alkalisch reagirender Flüssigkeiten, um dann in diese einzutreten. Das lösliche Rübengummi wirkt linksdrehend in optischer Hinsicht, wie die Arabinsäure des arabischen Gummi's, doch hat Scheibler bei der Untersuchung verschiedener Arten von ächtem arabischen Gummi gefunden, daß das arabische Gummi ein Gemisch mehrerer Modificationen des Arabins (der Arabinsäure) ist.

Ganz verschieden von diesem Rübengummi ist der gummiartige Stoff, der sich auf Kosten des Zuckers bei der sogenannten schleimigen Gährung bildet und welchen Scheibler Gährungsgummi nennt. Dieses Gährungsgummi hat zwar die nämliche chemische Zusammensetzung, wie das reine Gummi oder Arabin, wirkt aber optisch rechtsdrehend.

Unter dem Namen „Perugummi" hat man seit einigen Jahren die gepulverte Wurzel einer Asphodelus-Art, einer Liliacee, welche namentlich im Libanongebirge häufig vorkommt, in den Handel gebracht und als Surrogat für Senegalgummi, als Verdickungsmittel beim Zeugdruck empfohlen. Eugen und Armand Dollfuß*) haben jedoch gefunden, daß die Anwendung dieses Produktes mit einigen Schwierigkeiten verknüpft ist; es bildet zwar, wenn man es 2 Stunden lang mit Wasser kocht, einen Schleim, der sich ziemlich lange conservirt und in seinen Eigenschaften dem Tragantschleime ähnlich, jedoch etwas

*) Bulletin de la société industrielle de Mulhouse Bd. 40 von 1870 S. 375; — Dingl. pol. Journ. Bd. 200 von 1871 S. 318.

mehr bindend und stärker gefärbt ist. Dieser Schleim enthält stets mindestens 30 Proc. unlöslicher holziger Stoffe, welche sich in einer schwach verdickten Farbe zum Theil, in einer dicken Farbe aber gar nicht absetzen. Beim Passiren durch ein Sieb werden zwar die gröbsten dieser Stoffe mit einem beträchtlichen Farbeverlust zurückgehalten, aber die zurückgebliebenen sind hinreichend, um die Gravirung der Druckwalzen nach einiger Arbeitszeit zu verschmieren. Etwas zweckentsprechender wird das Produkt, wenn dasselbe, wie dies neuerdings geschieht, schwach geröstet wird; es färbt sich zwar dabei noch etwas dunkler, setzt aber die unlöslichen Theile leichter ab. In diesem gerösteten Zustande hat man es unter dem Namen Bassorabin in den Handel gebracht. Das Bassorabin steht für die meisten Zwecke dem Senegalgummi bedeutend nach; wegen seiner Billigkeit kann es den Tragant, sowie geröstete Stärke und Leiogomme für einzelne Zwecke vortheilhaft ersetzen.

Um die Klebkraft des arabischen Gummi's zu erhöhen, hat man empfohlen eine Lösung von je 35 Grammen arabischem Gummi in 90 Grammen Wasser mit einer Lösung von 1 Gramm krystallisirter schwefelsaurer Thonerde in 10 Grammen Wasser zu vermischen. Mit so bereitetem Gummischleim kann man nicht allein Papier sehr fest auf Pappe, sondern auch auf Metallflächen, sowie Holz auf Holz kleben; selbst Glas und Porzellan kann man damit kitten; man hat daher diesem Präparate den Namen „vegetabilischer Leim“ gegeben.

Zucker.

Rohr- oder Rübenzucker. — Die Löslichkeitsverhältnisse des Zuckers in Wasser und wasserhaltigem Alkohol sind von C. Scheibler*) durch sorgfältig ausgeführte Untersuchungen bestimmt worden. Dabei wurde bestätigt, daß absoluter Alkohol keinen oder fast keinen Zucker (zu den Versuchen wurde reine trockene Raffinade benutzt) aufzulösen vermag und daß auch das Zuckerlösungsvermögen von Alkohol über 90 Proc. sehr gering ist. Stärkerer Alkohol löst nicht so viel Zucker, als das in ihm enthaltene Wasser für sich allein zu lösen ver-

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin 1872 No. 8; — Dingl. pol. Journ. Bd. 205 v. 1872 S. 276 u. S. 389.

mag; verdünnter Alkohol dagegen löst eine größere Menge von Zucker, als das in ihm enthaltene Wasser für sich allein zu lösen im Stande wäre. Bei dem verdünnteren Alkohol wirkt daher der Alkohol mit als Lösungsmittel, während er im concentrirten Zustande hindernd auf die Zuckerlösung wirkt. Höhere Temperaturen erhöhen das Lösungsvermögen des wässerigen Alkohols für Zucker. Eine bei mittlerer Temperatur gesättigte rein wässerige Lösung besteht nahezu aus 1/3 Wasser und 2/3 Zucker. Der Zuckergehalt der bei verschiedenen Temperaturen gesättigten rein wässerigen Lösungen ergiebt sich aus Folgendem:

Temperatur der Sättigung des Wassers mit Zucker	Gehalt der gesättigten Lösung an Zucker in Procenten
0°	65,0 Proc.
5°	65,2 „
10°	65,6 „
15°	66,1 „
20°	67,0 „
25°	68,2 „
30°	69,8 „
35°	72,4 „
40°	75,8 „
45°	79,2 „
50°	82,7 „

Die Löslichkeitsverhältnisse der Zuckers in wässerigem Alkohol ergeben sich aus folgender Zusammenstellung (s. folg. S.):

Cellulose. Holz. Spinnbare Pflanzenfaserstoffe.

Die Verwendung von Holz in der Papierfabrikation ist allgemein bekannt und bereits sind verschiedene Mittel empfohlen worden, um die Holzfaser im Papier nachzuweisen. Als besonders geeignet hierzu bezeichnete seiner Zeit Schapringer das schwefelsaure Anilin. Sogenannter Holzstoff oder ordinäre Holzpapiere sollen nämlich, selbst wenn letztere nur wenige Procente Holzstoff enthalten, fast gleich nach der Einwirkung des genannten Reagens eine gelbe Farbe annehmen. Dr. J. Wiesner hat jedoch nachgewiesen, daß das schwefelsaure Anilin kein zuverlässiges Reagens zu dem genannten

Alkoholgehalt in Volumsprocenten	Wässriger Alkohol bei 0° C.			Wässriger Alkohol bei + 14° C.			Wässriger Alkohol bei + 40° C.		
	Spec. Gew.	Zuckergehalt in Procenten	100 Cub.-Cent. Lösung enthalten in Grammen	Spec. Gew.	Zuckergehalt in Procenten	100 Cub.-Cent. Lösung enthalten in Grammen	Spec. Gew.	Zuckergehalt in Procenten	100 Cub.-Cent. Lösung enthalten in Grammen
0	1,3248	64,99	85,8	1,3258	65,97	87,5	Konnte nicht bestimmt werden.	75,78	105,2
5	—	—	82,2	—	—	84,2		—	100,7
10	1,2991	61,99	79,4	1,3000	62,46	81,0		70,48	96,7
15	—	—	76,5	—	—	78,1		—	93,1
20	1,2360	58,01	73,4	1,2662	58,20	74,9		67,40	89,7
25	—	—	69,8	—	—	71,5		—	86,6
30	1,2293	52,52	66,0	1,2327	54,06	67,7		62,90	83,3
35	—	—	61,6	—	—	63,3		—	79,4
40	1,1823	46,69	56,7	1,1848	47,54	58,4		58,49	74,9
45	—	—	51,6	—	—	52,9		—	69,6
50	1,1294	39,04	47,7	1,1305	39,95	47,1		51,16	63,6
55	—	—	39,6	—	—	40,7		—	57,1
60	1,0500	29,20	32,9	1,0582	30,01	39,9		41,98	50,0
65	—	—	25,6	—	—	26,6		—	41,2
70	0,9721	16,97	17,8	0,9746	17,50	18,7		28,04	31,4
75	—	—	11,2	—	—	11,7		—	21,4
80	0,8931	6,24	6,4	0,8953	6,46	6,7		12,66	13,1
85	—	—	2,7	—	—	3,2		—	6,6
90	0,8369	0,70	0,7	0,8376	0,93	0,9		2,23	2,3
95	—	—	0,2	—	—	0,4		—	0,6
97,4	0,8062	0,08	0,08	0,8082	0,36	0,36		0,50	0,5
100	—	—	0,00	—	—	0,20		—	0,4

Zwecke ist und zwar aus zweierlei Gründen. Durch eine völlige Reindarstellung der Holzfaser, z. B. durch sehr sorgfältige Bleichung, wird jene mit der Cellulose gemengt vorkommende Substanz, die sich durch schwefelsaures Anilin gelb färbt, zerstört, mithin werden sehr sorgfältig präparirte Holzpapiere durch das genannte chemische Mittel nicht erkannt. Anderntheils ist aber auch die Substanz, welche durch schwefelsaures Anilin gelb ge-

färbt wird im Pflanzenreiche außerordentlich verbreitet; sie kommt beispielsweise in kleiner Menge im Hanf, in großer Menge in der Jute vor, so zwar, daß aus solchen Materialien bereitete Papiere mit schwefelsaurem Anilin ebenfalls jene Farbe annehmen, welche nach Schapringer blos den Holzpapieren zukommen soll. Für den Nachweis der Holzfaser im Papier giebt es nach Wiesner*) kein anderes Mittel, als das Mikroskop; dieses bietet außer der Sicherheit im Nachweis auch noch den Vortheil dar, nicht nur auf jene Art des Holzes, welche zur Bereitung des Papiers diente, zu führen, sondern auch den mechanischen Zustand, in welchem die Faser im Papier sich befindet, anzuzeigen. Es ist bekannt, daß das zur Papierbereitung dienende Holz (Fichten-, Tannen-, Weiden-, Pappelholz 2c.) durch mechanische Zerkleinerung und zwar durch Schleifen erhalten wird. Es ist leicht einzusehen, daß ein solcher geschliffener Holzstoff keinen rein fasrigen Character, der doch zur Erzeugung guter Papiere unumgänglich ist, besitzen kann, sondern daß derselbe aus fetzenförmigen, an den Enden und Seiten zerrissenen und nur theilweise zerfaserten Holzschüppchen besteht, an welchen man unschwer die Elementarbestandtheile des Holzes: Holzzellen, Markstrahlen und bei den Laubhölzern auch Gefäße erkennen kann. In neuerer Zeit arbeitet man jedoch darauf hin, das Holz auf zweckmäßigere Weise in seine Elementarbestandtheile zu zerlegen und daraus einen zur Papierfabrikation tauglicheren Holzstoff, der aus einer völlig faserigen Masse, den eigentlichen Holzzellen 2c. besteht, zu präpariren. Die Möglichkeit einer solchen Präparation ist bereits in unzweifelhafter Weise dargethan, es handelt sich nur noch darum, eine in großem Maßstabe leicht ausführbare, mit geringen Kosten verknüpfte Methode hierzu ausfindig zu machen. Ungerer in Simmering bei Wien hat sogar schon Papierzeuge aus Holz hergestellt, welche sich durch völlige Weiße, Feinfaserigkeit, Weichheit und durch Länge und Festigkeit der Faser auszeichnen, so daß man aus solchem Holzzeug ohne alle Beimengung Papier erzeugen kann, es handelt sich nur darum, die betreffende Methode in die Praxis einzuführen. Nach Wiesner sind die von Ungerer aus solchem Holzzeug dargestellten Pa-

*) Dingl. Journ. Bd. 201 von 1871 S. 156

piere völlig faserig, aber dabei ungemein dicht und fest und durchaus nicht brüchig; sie werden durch schwefelsaures Anilin nicht gelb gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung derselben ergiebt, daß das Markstrahlengewebe fast ganz daraus verschwunden ist, so daß man in den Papieren nur spärlich Markstrahlenzellen findet; dagegen sind die Holzzellen fast vollständig isolirt und ihrer ganzen Länge nach, welche 2—6 Millim. beträgt völlig erhalten, jedoch häufig gequetscht, plattgedrückt und dann nicht selten wie Baumwollfasern gewunden. In Folge der Quetschungen erscheinen die Breitendurchmesser der Zellen häufig größer, als der natürlichen Dicke derselben entsprechen würde. Ihre Breite steigt dann bis auf 0,061 Millimeter; aber ebenso häufig kommt es vor, daß die gequetschen Holzzellen seitlich zusammengerollt sind und dann äußerst schmal (etwa 0,0021 bis 0,0029 Millimeter) erscheinen. Beide Zustände der Faser können zu Täuschungen Veranlassung geben. Man wird sich aber an jeder Faser Gewißheit verschaffen können, daß sie eine Holzzelle ist, wenn man sich die Mühe nimmt, sie ihrer ganzen Länge nach im Mikroskope zu verfolgen. Man wird dann stets auf Stellen kommen, welche die Textur der Holzzelle erkennen lassen, z. B. bei der Fichtenholzzelle die Tüpfelbildungen.

Zur Conservirung des Holzes, wobei man besonders die Eisenbahnschwellen im Auge hatte, sind wieder mehrere Methoden in Vorschlag gebracht worden. So empfiehlt Hatzfeld in Nancy*) das Holz zuerst mit Gerbsäure und dann mit holzessigsaurem Eisenoxyd zu imprägniren, wodurch es außerordentlich widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit und andere schädliche Einwirkungen werden soll. — H. Treutlen**) dagegen empfiehlt zum Conserviren der Eisenbahnschwellen dieselben zunächst an der Luft so weit auszutrocknen, als dies ohne zu großen Zeitaufwand thunlich ist; darauf soll man sie in einen Raum bringen, welcher künstlich erwärmt wird und dessen Wärme nach und nach so gesteigert wird, daß das Holz vollständig austrocknet und selbst eine höhere Temperatur annimmt.

---

*) Gaz. des Arch. et du bat. von 1873 No. 13; — Dingl. pol. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 78.

**) Dingl. pol. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 514.

Diese gedörrten Schwellen werden dann im möglichst warmen Zustande in einen mit verdicktem Steinkohlentheer entsprechend gefüllten Imprägnirungsapparat gebracht, worin sie unter Druck so lange verbleiben, bis sie möglichst imprägnirt sind, wozu der Steinkohlentheer im erhitzten Zustande zu erhalten ist. Endlich werden die Schwellen auf Sand=, Steinkohlen=, Braunkohlen=, Torfasche oder dgl., welche vermittelst Durchwerfens von groben Bestandtheilen befreit ist, gelegt und mit solcher bestreut und getrocknet. Nachdem letzteres vollkommen geschehen ist, werden die Schwellen durchgesehen, ob sie an allen Stellen dicht mit Theermasse überzogen sind und ob jeder Spalt oder Riß ganz damit ausgefüllt ist. Wo dies nicht stattfindet, wird es durch Ueberstrich mit heißer Theermasse herbeigeführt. So erhält man Schwellen, welche eine große, vielleicht fünffache Dauer haben müssen; die sogenannte Dachpappe und die Häusler'sche Holzcementbedachung geben dafür den besten Beleg. Beim Verlegen der in angegebener Weise imprägnirten Eisenbahnschwellen sind die Nägel, welche zur Befestigung der Schienen dienen, beim Einschlagen in flüssigen also warmen Steinkohlentheer zu tauchen und ist jede etwa dabei entstehende Spaltung der Schwellen gut mit solchem zu verstreichen. Die Imprägnirungsmasse muß von gehöriger Beschaffenheit sein, wie solche zur Dachpappenbereitung verwendet wird; sie muß nämlich aus verdicktem, mit natürlichem Asphalt und etwas Schwefel versetztem Steinkohlentheer bestehen. Der Schwefel gewährt den Vortheil, daß die Masse nicht so lange klebrig bleibt, sondern leichter erstarrt und einen lackartigen Zustand annimmt.

Als Anstrich auf Holz, der zugleich conservirend wirkt, empfiehlt Kuhr*) das Holz mittelst eines Borstenpinsels zunächst mit einer Auflösung von 1/2 Kilogr. Kupfervitriol in 4 Liter Wasser zu bestreichen und darauf einen Anstrich von einer Auflösung von 1/4 Kilogr. gelbem Blutlaugensalz (Ferrocyankalium) in 4 Liter Wasser zu geben. Es entsteht hierdurch eine Schicht von Ferrocyankupfer, welche fest auf dem Holze haftet, dem Wind und Wetter widersteht und Pilze und Insekten abhält. Das so behandelte Holz sieht rothbraun aus; durch einen Anstrich mit Leinoelfirniß wird die

*) Böttger, Polytechnisches Notizblatt von 1873.

Dauerhaftigkeit dieses Anstriches noch erhöht und demselben etwas Glanz ertheilt.

Um das Holz mit einem die Brennbarkeit desselben möglichst verhindernden Anstriche zu versehen, sind nach Fr. Sieburger verschiedene Vorschriften gegeben worden. So hat man besonders empfohlen, das zu schützende Holzwerk mit Chlorzinklösung mehrmals zu bestreichen. Die Wirkung des Chlorzinks ist befriedigend, doch entwickelt so behandeltes Holz, wenn es bei ausgebrochenem Feuer von der Flamme getroffen wird, eine bedeutende Menge von Chlorzinkdämpfen, welche den Aufenthalt von Menschen in einem solchen Raume unerträglich machen und daher das Löschen oder Retten von Gegenständen sehr erschweren oder ganz unmöglich machen; auch Wasserglasanstriche sind empfohlen worden und in vor Nässe geschützten Räumen von günstiger Wirkung; da jedoch, wo das Holz dem Regen oder der Nässe ausgesetzt ist, wird das Wasserglas allmälig ausgespült und die schützende Wirkung desselben aufgehoben. Ohne die erwähnten Uebelstände ist der schon vor längerer Zeit empfohlene, aber in Vergessenheit gerathene Alaunanstrich, der in folgender Weise ausgeführt wird: das Holzwerk wird zweimal mit einer heißen gesättigten Lösung von 3 Thln. Alaun und 1 Thl. Eisenvitriol angestrichen; ist der zweite Anstrich abgetrocknet, so giebt man einen dritten mit einer verdünnten Eisenvitriollösung, in welche man weißen Töpferthon bis zur Consistenz einer gut streichbaren Wasserfarbe angerührt hat.

Schießbaumwolle. — Unter dem Namen comprimirte Schießbaumwolle stellt man seit mehreren Jahren nach einer Vorschrift von Abel ein Präparat dar, welches gewisse Vorzüge vor der gewöhnlichen Schießbaumwolle besitzt.*) Die Darstellung beruht in Folgendem: Kurzfaseriger Baumwollabfall, sogenannter Maschinenabfall, der jedoch locker sein muß, wird auf das Sorgfältigste gereinigt, scharf getrocknet, in etwa die zehnfache Gewichtsmenge einer vollkommen kalten Mischung von 1 Thl. concentrirtester Salpetersäure (von 1,5 spec. Gew.) und 3 Thln. conc. englischer Schwefelsäure (von 1,85 spec.

*) Chemical News vol. 24 von 1871 p. 141; — Dingl. pol. Journ. Bd. 202 von 1871 S. 374.

Gew.) eingetaucht und 24 Stunden lang damit in Berührung gelassen, damit ihre Umwandlung möglichst vollkommen stattfindet Die Gefäße, welche die Baumwolle mit der Säuremischung enthalten, werden gut bedeckt und möglichst kühl gestellt. Nach beendeter Einwirkung bringt man den Inhalt derselben in einen Centrifugalapparat, durch welchen die Schießbaumwolle von dem größten Theil der überschüssigen Säure getrennt wird. Man taucht dieselbe dann mit Hülfe einfacher mechanischer Vorrichtungen und in sehr kleinen Quantitäten auf einmal in ein großes Volumen Wasser, um dadurch die in der Schießbaumwolle noch zurückgebliebene Säure so rasch mit Wasser zu verdünnen, daß eine Erhitzung und durch diese veranlaßte heftige oxydirende Wirkung der Salpetersäure auf die Schießbaumwolle — eine Wirkung, die selbst bei der kürzesten Dauer einen nachtheiligen Einfluß auf die Qualität und vielleicht auch auf die Haltbarkeit des Produktes ausüben würde — vermieden wird. Nach dieser vorläufigen Waschung wird die Schießbaumwolle im Centrifugalapparat ausgeschleudert, dann zweimal in einem großen Volumen Wasser gewaschen und jedesmal wieder ausgeschleudert. Man bearbeitet sie darauf in einem Holländer von derselben Art, wie man ihn zur Darstellung des Papierzeugs benutzt und versetzt sie dadurch in den Zustand feiner Zertheilung, welcher für die nachherige Umwandlung in eine comprimirte homogene Masse nothwendig ist. Dabei findet zugleich eine sehr gründliche Reinigung statt, welche bei der nächsten Operation fortgesetzt wird. Diese besteht in einer Behandlung in einer „poaching"-Maschine, in welcher die Schießbaumwolle in einem sehr großen Volumen etwas warmem Wasser, das man von Zeit zu Zeit erneuert, umher geschlagen wird. Diese letzte Waschoperation wird ununterbrochen fortgesetzt, bis die Schießbaumwolle eine strenge Probe ihrer Reinheit bestanden hat, und dauert im Allgemeinen ungefähr 48 Stunden. Diese Methode des Waschens bildet einen der Hauptvorzüge des jetzigen Fabrikationssystems. Das Haupthinderniß der vollständigen Reinigung der Schießbaumwolle bestand früher in dem hartnäckigen Zurückbleiben von Unreinigkeiten innerhalb der hohlen Fasern. von Lenk schrieb zur Entfernung derselben wochenlanges Waschen in fließendem Wasser und darauf folgendes Kochen mit sehr verdünntem Alkali vor.

Durch die Bearbeitung in den beiden erwähnten Maschinen wird die Capillarwirkung der Faser so verringert, daß das Material an der Außenseite entschieden in drei Tagen vollständiger und gleichmäßiger gereinigt wird, als früher durch Prozesse, welche 6—8 Wochen in Anspruch nahmen. Nach Beendigung des Waschprozesses wird die breiförmige Schießbaumwolle durch Anwendung von Formen und nachheriges Pressen in einer hydraulischen Presse in compacte Stücke von cylindrischer oder anderer Form und ungefähr der Dichte des Wassers verwandelt, deren Dimensionen, je nach den speciellen Anwendungen, für welche sie bestimmt sind, verschieden sind. Während der ganzen Fabrikation ist die Schießbaumwolle naß. Nach erfolgter Pressung wird das fertige Material auf heißen Platten, zu denen die Luft von allen Seiten Zutritt hat, getrocknet und dann zur Aufbewahrung und Versendung in leichte hölzerne Kisten verpackt.

Nach diesem Verfahren fabricirt die Patent Safety Guncotton Factory in Stowmarket, Suffolk, comprimirte Schießbaumwolle und versendet wöchentlich 8—10 Tonnen davon. Dieses comprimirte Präparat hat vor den früher fabricirten Formen der Schießbaumwolle entschiedene Vorzüge, die sich ganz besonders auf ihre Dichtigkeit, Gleichmäßigkeit, Haltbarkeit und Sicherheit beziehen; sie muß sehr fest eingeschlossen sein, damit ihre explosive Kraft durch die gewöhnlichen Arten des Erhitzens mittelst einer Flamme oder eines anderen heißen Körpers entwickelt wird. In offener Luft oder in leichte Kisten verpackt brennt sie ganz ruhig ab, wenn man sie anzündet. Sie kann jedoch auch in freier Luft mit großer Heftigkeit explodiren und die kräftigste zerstörende Wirkung ausüben, wenn sie durch die Wirkung einer Detonation, wie sie durch die Explosion einer kleinen Quantität fest eingeschlossenen Knallquecksilbers entsteht, entzündet wird. In dieser Hinsicht gleicht sie dem Nitroglycerin und diese Eigenschaft macht sie offenbar zu vielen wichtigen Operationen des Militärwesens, des Bergbaus und des Ingenieurwesens anwendbar.

Als besonderen Vorzug der Fabrikation der comprimirten Schießbaumwolle bezeichnet man den Umstand, daß dieselbe während der ganzen Fabrikation naß und daher unfähig ist zu explodiren. Herr Brown, Chemiker des britischen Kriegs-

departements hat zwar nachgewiesen, daß man die Schießbaumwolle schon in dem Zustande, wo sie aus der hydraulischen Presse kommt und noch 15—20 Proc. Wasser enthält, also noch nicht getrocknet ist, zum Verpuffen bringen kann, doch gelingt dies nur, wenn man sie mit einem detonirenden Zünder, z. B. mit einem Knallpräparate, das z. B. durch Elektricität zum Verpuffen gebracht wird, in unmittelbaren Zusammenhang bringt. Unter gewöhnlichen Verhältnissen explodirt die feuchte Schießbaumwolle nicht.

Interessant ist die Beobachtung von Böttger, daß man die Schießbaumwolle wieder zu Cellulose regeneriren kann, wenn man gut bereitete Schießbaumwolle mit einer concentrirten Auflösung von Zinnoxydulnatron überschüttet und diese Lösung ungefähr 10 Minuten lang im heftigsten Sieden erhält. Die Schießbaumwolle löst sich hierbei allmälig zur klaren, blaß gelblich gefärbten Flüssigkeit auf, aus welcher sich beim Ansäuern mit verdünnter Salzsäure reine Cellulose als schleimige Masse ausscheidet. Da sich reine Cellulose, also auch unveränderte Baumwolle in Zinnoxydulnatron selbst bei längerem Kochen nicht löst oder verändert, so empfiehlt Böttger das Zinnoxydulnatron zu benutzen, um zu untersuchen, ob eine Schießbaumwolle völlig frei von unveränderter Baumwolle ist, in welchem Falle sich die Schießbaumwolle völlig klar auflöst, während darin vorkommende unveränderte Baumwolle ungelöst bleiben würde.

Alkohol. Produkte aus Alkohol. Wein. Bier. Gährung.

Anknüpfend an unsere Mittheilungen im Jahrg. VI dieses Jahrb. von 1870 über diesen Gegenstand können wir in Nachstehendem über verschiedene bemerkenswerthe hierauf bezügliche Untersuchungen und Fortschritte Bericht erstatten. Betreffs der Darstellung des Alkohols oder Weingeistes, resp. der Materialien, aus denen Weingeist im Großen dargestellt wird, ist von besonderem Interesse, die zur Thatsache gewordene Produktion des sogenannten:

Flechtenspiritus, über welchen C. Stahlschmidt*)

---

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 197 von 1870 S. 177.

die nachstehenden Mittheilungen veröffentlicht hat. Schon längst weiß man, daß die Cellulose der Pflanzen durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure in Traubenzucker übergeführt werden kann; man hat vielfach versucht diese Thatsache für die Gewinnung von Alkohol nutzbar zu machen, jedoch ohne Erfolg, indem die Ueberführung der Cellulose in Traubenzucker so langsam erfolgt und so bedeutende Kosten verursacht, daß sie sich praktisch nicht verwerthen läßt. Im Jahre 1867 mit der Untersuchung verschiedener Flechten beschäftigt, fand Prof. Stenberg in Stockholm, daß die Cellulose der Flechten unter anderen Eigenthümlichkeiten, welche sie mit der gewöhnlichen Pflanzencellulose verglichen darbot, auch diejenige zeigte, mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure gekocht, leicht und vollständig in Traubenzucker übergeführt zu werden. Gestützt auf diese Versuche sind seit der angegebenen Zeit circa 12 Flechtenbranntweinbrennereien in Schweden eingerichtet und in regelmäßigem Betriebe, ebenso einige in Norwegen und Finnland.

Die zur Untersuchung angewendeten Flechten waren Islandmoos, Mannmoos und Rennthiermoos, welche beim unmittelbaren Behandeln mit Schwefelsäure folgende Mengen von Traubenzucker lieferten:

Name der Flechte	Procente Traubenzucker von der angewandten Moosmenge	Aus dem Stärkemehl stammend	Aus der Cellulose stammend
Mannmoos	73,4	44	29,4
Islandmoos	72	40	32
Rennthiermoos	68	4	64

Obgleich beim Rennthiermoos nur ein kleiner Theil aus dem in dem Moos enthaltenen Stärkemehl stammt, so eignet sich dasselbe dennoch ebenso gut, wie die anderen zur Maische-Erzeugung, weil die Cellulose ganz wie die Moosstärke selber sehr leicht und vollständig in Zucker übergeführt wird, was um so wichtiger ist, als gerade die Rennthierflechte die verbreitetste und daher am meisten angewendete ist. — Behufs der Verwendung zur Weingeistbereitung wird das mit Sorgfalt gesammelte noch feuchte Moos oder richtiger die Flechte an einem reinlichen Orte ausgebreitet und an der Luft getrocknet. Im staubtrocknen Zustande enthält es dann noch 10—12 Proc.

Wasser. Man packt es in Säcke oder Körbe und verwahrt es in Schuppen; es ist jedoch voluminös und erschwert dadurch sowohl den Transport als die Aufbewahrung. Um sich hierin eine Erleichterung zu verschaffen, preßt man es zusammen oder mahlt es zu Pulver. Die Ueberführung der Cellulose in Zucker geschieht durch Kochen in verdünnter Salzsäure. Je nach der Reinheit des Mooses wendet man 7 bis 10 Gewichtsprocente Salzsäure von 1,165 spec. Gew. an und verdünnt diese Säure mit so viel Wasser, daß sie sechsprocentig wird. Man bedient sich dabei eines Holzbottichs von 170 Cubikfuß (circa 5 Cubikmeter) Inhalt, welcher bei jeder Operation 1500 Pfd. Moos faßt und in welchen Wasserdampf von 1½—2 Atmosphären Spannung eingeleitet wird. Moos und Säure portionenweise eingetragen und theilweise unter Absperrung des Dampfes durchgearbeitet, bilden gewöhnlich nach 4 Stunden einen gleichförmigen Brei. In diesem Stadium ist aber die Zuckerbildung noch nicht vollendet, sondern das Kochen muß noch 4 bis 5 Stunden fortgesetzt werden. Um sich über die Beendigung der Zuckerbildung zu orientiren, werden von Zeit zu Zeit Proben mit Glasstäben aus dem Kochgefäß genommen, welche, wenn sie sich nicht mehr butterartig anfühlen, die Beendigung des Prozesses anzeigen. Bildet nämlich die Probe im kalten Zustande eine nicht schmierige, aber ziemlich feste gelatinöse Masse, welche sich leicht als Ganzes vom Glase loslöst und mit dem Messer geschnitten glänzende Flächen zeigt, so ist die Zuckerbildung als beendigt zu betrachten. Sicherer bestimmt man diesen Punkt, wenn man die Probe mit destillirtem Wasser verdünnt, filtrirt und einige Tropfen in Alkohol von 88 Proc. fallen läßt; entsteht dann eine Fällung, so muß noch weiter gekocht werden, bis die Probe klar bleibt. Die fertige Maische wird mit warmem Wasser gemischt, nochmals mit Dampf erwärmt und in entsprechend großen Gefäßen mit Kalk oder Kreide neutralisirt. Auf Kühlschiffen wird sie soweit abgekühlt, daß sie mit einer Concentration von 5—6 Proc. und 32—40° C. Temperatur in die Gährungsgefäße gelangt, in welchen man sie direct mit 5—8 Proc. Kunsthefe versetzt. Nach 4 Tagen ist die Gährung beendigt, worauf man die Maische in einem Pistorius'schen Apparate abdestillirt. Nach den Angaben des Betriebsjournals erhielt man aus 103500 Pfd. gewöhnlichem

Moos, entsprechend 73485 Pfd. reinem Moos, mit Hülfe von 7440 Pfd. Salzsäure, 6440 Pfd. Kreide und 15222 Pfd. Hefenmaterialien, 8820 Kannen oder 22075 Liter Spiritus von 50 Proc. Von diesen 8820 Kannen rühren 1446 von den Hefenmaterialien her, so daß auf das Moos allein 7374 Kannen oder auf 20 Pfd. Moos nahezu 5 Liter 50procentiger Spiritus kommen. — Die ungemein geringe Concentration der Maische, die man zur Erzielung einer möglichst großen Alkoholausbeute anwendet, ist ein Uebelstand und man braucht dabei einen verhältnißmäßig großen Gährraum, ein großes Quantum Hefenmaterial und eine hohe, 15—20° C. betragende Gährungstemperatur. Diese Uebelstände sind aber zu vermeiden, wenn man die Ueberführung der Cellulose in Zucker durch Schwefelsäure vermittelt und nach der Operation die Säure durch Kreide als unlöslichen schwefelsauren Kalk (Gyps) abscheidet.

Der Flechtenbranntwein hat einen an Genever erinnernden Geschmack, welcher von den in den Flechten nie fehlenden Tannennadeln und Zweigen herrühren soll. Der aus reinen Flechten bereitete Spiritus besitzt einen angenehmen, schwach mandelartigen Geruch und Geschmack, welcher mittels Filtration durch Kohle beseitigt werden kann, so daß derselbe im gereinigten Zustande dem vorzüglichsten Getreide- oder Kornspiritus ebenbürtig zur Seite gestellt werden kann.

C. G. Zetterlund glaubt, daß sich die Schwierigkeiten, welche sich bis jetzt der Umwandlung der Cellulose aus Holz in Traubenzucker entgegengestellt haben, doch noch überwinden lassen werden, so daß die Bereitung aus Sägespänen in großem Maßstabe möglich sei; es komme nur darauf an, daß man durch Versuche ermittele, mit wie viel Wasser die Säure, womit die Sägespäne gekocht werden sollen, zu verdünnen sei und wie lange Zeit man das Kochen fortzusetzen habe. Zetterlund führte in der Flechtenbrennerei zu Hulta einige hierauf bezügliche Versuche aus. Er behandelte in einem gewöhnlichen Flechtenkessel mit einem Dampfdruck von 0,116 Kilogr. per Quadratcentimeter, 9 Centr. Sägespäne von Fichte und Tanne (sehr wasserhaltig) mit 0,7 Centr. Salzsäure von 1,18 spec. Gew. und 30,7 Centr. Wasser, also im Ganzen 40,4 Centr. Mischung; nach 8 1/2 stündigem Kochen enthielt die Sägespänmasse 3,33 Proc. Traubenzucker, nach 11 stündigem 4,38 Proc.

der Mischung. Eine weitere Steigerung der Quantität des Traubenzuckers war nicht zu erlangen. Es waren also im Ganzen erhalten worden 1,77 Centr. Traubenzucker, was 19,67 Proc. vom Gewichte der Sägespäne ausmacht. Die Säure in der fertig gekochten Sägespän-Maische wurde hierauf mit Kalk neutralisirt, so daß die abgekühlte und zum Waschen fertige Maische nur noch 1/2 Proc. Säure nach Lüdersdorff's Säureprober enthielt. Die Maische hatte die Temperatur von 30° C., als die aus nur 20 Pfd. Malzschrot bereitete Hefe zugesetzt wurde. Nach 96 Stunden war die Maische ausgegohren und es wurde dann durch die Destillation eine Ausbeute von 26,5 Kannen (61 Quart) Branntwein von 50 Proc. bei + 15° C. erhalten, vollkommen frei von Terpentingeruch und in Geschmack in hohem Grade reinschmeckend. Wenn es gelänge die gesammte Cellulose der Sägespäne in Traubenzucker zu verwandeln, so würde man von jedem Centner lufttrockener Sägespäne wenigstens 12 Kannen (27,4 Quart) Branntwein von 50 Proc. bei + 15° C. erhalten.

Nach Margueritte soll man durch die Gährung einen viel reineren Alkohol erhalten und daher bedeutend an Rectificationskosten des Rohalkohols sparen können, wenn man die zuckerhaltigen Flüssigkeiten bevor man sie in Gährung versetzt, mit einer Säure (Schwefelsäure, Phosphorsäure, saurem Calciumphosphat) zum Sieden erhitzt.

Zur Darstellung von absolutem Alkohol hatte schon im Jahre 1865 Mendelejeff den Aetzkalk als das beste Mittel empfohlen, und vorgeschrieben, daß die Stücke des Aetzkalks, über welchen man den zu entwässernden Alkohol abdestilliren will, über die Oberfläche des Alkohols emporragen müssen und daß der Alkohol mindestens ein specifisches Gewicht von 0,792 bei 20° C. haben muß. Man läßt, bevor man zu destilliren beginnt, den Alkohol 2 Tage lang mit dem Aetzkalk in Berührung. Will man jedoch schon nach 2—3 Stunden destilliren, so ist ein vorheriges halbstündiges Erwärmen auf 50°—60° C. durchaus nothwendig. Immerhin erhält man nach diesem Verfahren von Mendelejeff nie den ganzen Alkohol wasserfrei, sondern nur die mittleren Destillate. Erlenmeyer hat nun das Mendelejeff'sche Verfahren derart modificirt, daß man allen zu entwässernden Alkohol vollkommen absolut ge-

winnen kann. Zu diesem Behufe hat man nach Erlenmeyer nur nöthig, den Destillationsapparat zunächst mit einem sogenannten Rückflußkühler (bei welchem das im Kühler verdichtete Destillat wieder in die Destillirblase zurückfließt) zu verbinden. Der in dem Destillirapparat nebst dem Kalk eingefüllte zu entwässernde Alkohol wird sodann unter Anwendung des Rückflußkühlers eine halbe oder ganze Stunde zum Sieden erhitzt, dann der Kühler umgekehrt und der Alkohol abdestillirt. Enthält ein Weingeist mehr als 5 Proc. Wasser, so ist es nur nöthig ihn zwei bis dreimal in der beschriebenen Weise mit Kalk zu erhitzen und zu destilliren.

Als sehr empfindliches Reagens zur Nachweisung geringer Mengen von Alkohol empfiehlt Berthelot das Chlorbenzoyl ($\Theta_7 H_5 \Theta, Cl$), welches in Berührung mit kaltem oder selbst mit lauwarmem Wasser nur wenig zersetzt wird, dagegen sofort Benzoësäureäther bildet, sowie sich im Wasser etwas Alkohol befindet. Der entstehende Benzoësäureäther wird vom überschüssigen Chlorbenzoyl aufgenommen, kommt jedoch zum Vorschein und ist durch seinen bestimmt hervortretenden characteristischen Geruch deutlich wahrnehmbar, sobald man einen Tropfen des ihn enthaltenden Chlorbenzoyls mit wässriger Kalilauge erwärmt, indem die Kalilauge das Chlorbenzoyl auflöst, auf den Benzoësäureäther dagegen nicht so rasch einwirkt. Diese Reaction ist z. B. noch deutlich wahrnehmbar bei Wasser, das nur 1 Proc. Alkohol enthält, wenn man 20—25 Cubikcentimeter davon zur Prüfung anwendet. Selbst bei ein Tausendtel Alkohol und nur einigen Cubikcentimeter Flüssigkeit kommt der Benzoësäureäthergeruch noch zum Vorschein. Diese Reaction bietet den Vortheil, daß sie sich in kurzer Zeit und ohne Destillation ausführen läßt.

Zur Nachweisung eines Gehaltes von Fuselöl (Amylalkohol) im Weingeist empfiehlt Böttger eine sehr verdünnte Lösung von übermangansaurem Kali. Diese werde von Amylalkohol weit leichter zersetzt, resp. ihrer Farbe beraubt, als von Weingeist.

Bolas*) hat nachgewiesen, daß der Alkohol, welcher sich

*) Chemical News vol. 37 von 1873 S. 271; — Dingl. pol. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 394.

bei der Gährung des Brotteiges bildet, beim Backen nicht, wie man gewöhnlich annimmt, gänzlich verflüchtigt wird; er fand nämlich in ganz frisch gebackenen Broten aus verschiedenen Bäckerläden Londons im Mittel noch einen Gehalt von 0,314 Proc. Alkohol. Dieser Alkoholgehalt des Brotes nimmt jedoch ab, wenn man das Brot an einem mäßig warmen Orte liegen läßt. Bei zwei Proben, welche eine Woche lang aufbewahrt worden, hatte sich der Alkoholgehalt auf 0,132 und 0,120 Proc. verringert.

Eigenthümliche Mittheilungen hat A. Béchamp*) über den Alkoholgehalt der Milch bekannt gemacht. Nach Béchamp enthält die Milch ausgebildete lebende Wesen, die er Mikrozymen nennt und welche die Fähigkeit besitzen, sich unter Umständen zu Bakterien zu entwickeln. Diese Mikrozymen sind nach dem Genannten die Ursache des freiwilligen Gerinnens der Milch und haben außerdem gleich den aus ihnen hervorgehenden Bakterien die Eigenschaft, bei allen Gährungen, die sie hervorrufen, Alkohol und Essigsäure zu erzeugen, selbst in Abwesenheit von Glycose. In Folge dessen finde man daher unter den Produkten der Gerinnung der Milch außer Milchsäure beständig Weingeist und Essigsäure in merklicher Menge. Aber die Milch enthalte auch schon bei ihrem Austritt aus dem Euter Alkohol und Essigsäure, deren Gehalt bei der Coagulation der Milch zunehme. Weingeist und Essigsäure, welche in frischer Milch nur in äußerst geringer Menge vorkommen, erzeugen sich, wie Béchamp glaubt, in der Euterdrüse von einem Zuge zum andern durch die Einwirkung der Mikrozymen auf die zuckerigen Materien der Milch; sie nehmen außerhalb des Euters zu und zwar ohne Einwirkung anderer Fermente, als der Mikrozymen.

Aether.

Um Aether auf einen Gehalt von Alkohol zu prüfen, soll man nach Frederking den zu prüfenden Aether in einer graduirten Glasröhre mit seinem gleichen Volumen wasserfreiem concentrirtestem Glycerin durchschütteln, wobei der

*) Journal de Pharmacie et de Chimie Mai 1873 t. 17. p. 337; — Dingl. pol. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 373.

im Aether vorhandene Alkohol in das Glycerin übergeht. Hierauf läßt man die graduirte Glasröhre gut verschlossen ruhig stehen bis sich die beiden Flüssigkeiten wieder von einander getrennt haben. War der Aether frei von Alkohol, so nehmen wieder beide Flüssigkeiten, wie vor dem Versuche einen gleich großen Raum ein; enthielt dagegen der Aether Alkohol, so hat sich das Volumen der unteren Glycerinschicht um die Menge des aufgenommenen Alkohols vergrößert und das Volumen der oberen Aetherschicht um die Menge des abgegebenen Alkohols verringert. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß das Glycerin dem Aether nicht allein Alkohol, sondern auch darin enthaltenes Wasser entzieht. Will man daher mit Sicherheit den Alkoholgehalt im Aether nachweisen, so muß man den Aether vorher entwässern. Auf gleiche Weise kann man auch Alkohol im Essigäther und in ätherischen Oelen nachweisen.

Chloralhydrat.

Ueber die Fabrikation des Chloralhydrates (vgl. Jahrg. VI dieses Jahrb. von 1870 S. 330) hat Detsényi*) einige nähere Mittheilungen veröffentlicht, welchen wir Nachstehendes entnommen haben. Das Hauptmoment bei der Darstellung ist das Einleiten von Chlor in mindestens 96procentigen Alkohol. Das Chlor wird in den bekannten thönernen Entwicklungsgefäßen aus Salzsäure und Braunstein entwickelt, zur Befreiung von Wasser und mechanisch mit übergerissenen Theilen in einer Woulff'schen Flasche durch etwas Schwefelsäure geleitet und dann in einen Ballon, in welchem sich 120—150 Pfd. 96procentiger Alkohol befinden. Mit diesem Ballon steht unter gutem Verschlusse ein anderer Ballon in Verbindung, der zur Aufnahme des bei der Einwirkung des Chlors auf den Alkohol frei werdenden Chlorwasserstoffgases dient. Das Tag und Nacht ununterbrochen fortdauernde Einleiten des Chlors währt 12—14 Tage, bis der Alkohol sich auf 60—75° C. erwärmt hat und eine Dichte von 41° Beaumé besitzt. Der so gewonnene gechlorte Alkohol wird sodann in innen verbleite kupferne Blasen gebracht, welche einen Fassungsraum von 300 bis 400 Pfd.

*) Ackermann's Gewerbezeitung von 1873 S. 29; — Dingl. pol. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 224.

haben und mit gleichen Gewichtstheilen englischer Schwefelsäure, die portionenweise zugeführt werden, über freiem Holzkohlenfeuer vorsichtig zum Sieden erhitzt. Dabei entweicht eine nicht unbeträchtliche Menge Salzsäure, während die Chloraldämpfe in einem aufsteigenden Kühlrohre condensirt werden. Diese Behandlung wird so lange fortgesetzt, bis die Entwicklung von Salzsäure aufhört. Gewöhnlich dauert dies bei 150 Pfd. Chloral 7—8 Stunden. Bemerkenswerth ist, daß bei dieser Operation das als Verunreinigung geltende Chloralalkoholat gänzlich zerstört wird. — Nun wird der Kühler abgenommen und das freie Chloral, nachdem die Blase mit einem Thermometer versehen ist, daraus abdestillirt. Anfangs siedet die Flüssigkeit bei 95 bis 96° C. Wenn das Thermometer auf 100° gestiegen ist, unterbricht man die Destillation, da dann alles Chloral schon übergegangen ist. Das Destillat wird einer erneuten Rectification unterworfen. Zu dieser gebraucht man kleinere 150 bis 180 Pfd. fassende, innen ebenfalls verbleite Kupferblasen, die mit empfindlichen Thermometern versehen sind. Vor der Destillation wird noch die sich im Chloral befindende freie Salzsäure mit geschlämmter Kreide neutralisirt. Das destillirende Chloral wird in Glaskolben aufgefangen und nachdem je 4 Pfunden 5 1/2 Loth destillirtes Wasser zugefügt worden, durch fortwährendes Schütteln rasch gekühlt, wobei Chloralhydrat entsteht. Soll das Chloralhydrat in Form von Platten gewonnen werden, so wird die Mischung von Chloral und Wasser, nachdem sie genügend geschüttelt worden, in große ebene Porzellanschalen ausgegossen, in welchen letzteren sie nach einer halben Stunde zu den gewünschten Platten erstarrt, die in kleinere Stücke zerschlagen und in Steingutkruken verpackt und in den Handel gebracht werden. Will man dagegen das Chloralhydrat in Form von Krystallen darstellen, so gießt man die bis zum Erkalten geschüttelte Mischung von Chloral und Wasser in eine zum Drittheil mit Chloroform gefüllte Kruke und läßt sie mindestens 8 Tage gut bedeckt stehen, in welcher Zeit sich die Krystalle des Präparates ausscheiden. Die Krystalle werden auf Centrifugen von der anhaftenden Lauge befreit und in dazu eingerichteten, mit Dampfleitung erwärmten Schränken getrocknet. Die abgelaufene Mutterlauge kann immer statt Chloroform für neue Portionen verwendet werden.

Betreffs der obigen Mittheilungen von Detsényi erscheint uns die Angabe, daß der gechlorte Alkohol mit der Schwefelsäure in verbleiten kupfernen Blasen erhitzt werde, insofern auffallend, als nach unserer Erfahrung Blei auf Kupfer jedenfalls in Folge der Entstehung elektrischer Ströme, durch Schwefelsäure außerordentlich stark angegriffen und massenhaft in schwefelsaures Bleioxyd übergeführt wird.

Zur Werthbestimmung des käuflichen Chloralhydrates empfehlen V. Meyer und H. Haffter*) in Zürich eine Methode, welche auf der Thatsache beruht, daß sich das Chloralhydrat mit wässerigen Alkalien z. B. Natronlauge glatt zu Chloroform und ameisensaurem Natron umsetzt, nach der Gleichung

$$C_2 Cl_3 H_3 O_2 + Na O H = C H Cl_3 + H C O_2 Na + H_2 O$$

wobei also 1 Molecül Chloralhydrat genau 1 Mol. Natron neutralisirt, oder in Gewichtstheilen entsprechen 165,5 Gramme Chloralhydrat genau 1000 Cubikcentimeter Normal-Natronlauge. Um die Prüfung auszuführen hat man hiernach nur nöthig, eine genau abgewogene Menge des zu prüfenden Chloralhydrates in ein abgemessenes Volumen von überschüssiger Normalnatronlauge einzutragen und das überschüssige Natron durch Zurücktitriren mit Normal-Salzsäure zu bestimmen, so ergiebt sich hieraus die Menge des durch das Chloralhydrat neutralisirten Natrons und aus dieser findet man die vorhandene Menge von wirklichem Chloralhydrat nach der Gleichung

$$x = \frac{(a-b)\ 165,5}{1000} \text{ Gramme,}$$

worin a die angewendete Anzahl Cubikcentimeter Normal-Natron, b die zum Zurücktritriren erforderlichen Cubikcentimeter Normal-Salzsäure bedeutet. Die Zersetzung des Chloralhydrates durch Normalnatron erfolgt augenblicklich mit quantitativer Schärfe. Bei Anwendung von 1/10 Normalnatron dagegen erfolgt sie erst beim Erhitzen und kaum so vollständig, so daß 1/10 Normalnatron zu dieser Probe nicht zu empfehlen ist. Wenn das Chloralhydrat als Verunreinigung freie Säure enthält, so ist darum die Methode nicht minder brauchbar; nur

*) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin 1873 S. 600; — Dingl. pol. Journ. Bd. 209 v. 1873 S. 467.

muß man alsdann die freie Salzsäure durch Schütteln der wässerigen Lösung mit reinem kohlensaurem Kalk entfernen. Was die freie Kohlensäure betrifft, so genügt es, dieselbe durch Schütteln mit dem Luftvolumen im Maaßcylinder zu entfernen.

Eine häufig vorkommende Verunreinigung des käuflichen Chloralhydrates soll diejenige mit Chloralalkoholat sein, welches andere Wirkungen auf den Organismus äußert und daher im Chloralhydrat nicht vorkommen darf. Zur Untersuchung der beiden Körper Chloralhydrat und Chloralalkoholat dienen nach Dr. E. Jacobsen besonders folgende Reactionen: Erhitzt man das Chloralhydrat mit ungefähr dem doppelten Volumen Wasser, so löst es sich sofort auf, während das Chloralalkoholat ohne sich zu lösen schmilzt und beim Erkalten unter dem Wasser wieder krystallinisch erstarrt; — concentrirte Schwefelsäure ist selbst beim Erwärmen ohne Wirkung auf das Chloralhydrat, während das Alkoholat dadurch unter Abscheidung von Chloral gebräunt wird, auf welcher Reaction die oben (s. S. 355) mitgetheilte Thatsache beruht, daß man, wenn zur Darstellung des Chloralhydrates der gechlorte Alkohol mit Schwefelsäure erwärmt wird, ein von Alkoholat freies Chloralhydrat gewinnt. Salpetersänre von 1,2 spec. Gew. ist auf das Chloralhydrat beim Erwärmen damit fast ohne Wirkung, während sie mit dem Alkoholat stürmisch gelbe Dämpfe entwickelt.

Bald nach der Einführung des Chloralhydrates in den Arzneischatz empfahl Dr. Jacobsen dasselbe als Mittel gegen die Seekrankheit. Dr. Döring bestätigt die vortheilhafte Wirkung des Präparates zu dem genannten Zwecke; er hat gefunden, daß selbst bei stärkstem Grade der Seekrankheit, durchschnittlich 4 Gramm Chloralhydrat genügten, um den Kranken nicht allein Ruhe und längeren Schlaf zu verschaffen, sondern sie auch vollständig von der Krankheit zu befreien.

Chloroform.

Bereits im Jahrg. VI dieses Jahrb. von 1870 S. 332 machten wir darauf aufmerksam, daß häufig Chloroform in den Handel kommt, welches die üble Eigenschaft besitzt, sich freiwillig zu zersetzen, ganz besonders, wenn man das Licht darauf

einwirken läßt. Wohl hat man verschiedene Mittel vorgeschlagen um solches Chloroform, welches zu medicinischen Zwecken nicht verwendet werden darf, weil seine Zersetzbarkeit durch darin enthaltene andere Produkte, die schädlich wirken, verursacht wird zu erkennen; diese Mittel sind aber nicht immer ausreichend und der sicherste Weg, um von vornherein jeder Gefahr durch unreines Chloroform zu begegnen, besteht jedenfalls darin, das Chloroform nach einer Methode darzustellen, die dasselbe nur in reinem Zustande liefert. Eine solche Methode ist nun gefunden worden durch Anwendung von gechlortem Alkohol zur Chloroformbereitung. Zu diesem Behufe wird 96procentiger Alkohol genau in derselben Weise durch eingeleitetes Chlorgas zersetzt und dadurch in den sogenannten gechlorten Alkohol oder das rohe Chloral übergeführt, wie bei der Fabrikation von Chloralhydrat (s. oben S. 354), das rohe Chloral wird dann noch warm mit dem 8—10fachen Volumen Schwefelsäure allmälig versetzt, kräftig damit durchgeschüttelt und die saure Mischung hierauf in weite, mit gutschließenden Deckeln versehene Gefäße ausgegossen, in welchen man sie mehrere Tage ruhig stehen läßt. Während des Stehens scheidet sich auf der Oberfläche der Mischung eine feste weiße Masse, das sogenannte Metachloral aus; man hebt das Metachloral von der Flüssigkeit ab, zerreibt es, wäscht es gut mit Wasser aus und erhitzt es in einem Destillationsapparate gelinde mit Aetznatronlauge (auf 100 Thle. trockenes Metachloral braucht man zur Zersetzung 300 Thle. Natronlauge von 1,100 spec. Gewicht bei 17°,5 C.). Das Metachloral zersetzt sich hierbei zu reinem Chloroform, welches abdestillirt und zu ameisensaurem Natron welches zurückbleibt. Man hat nur nöthig, das überdestillirte Chloroform zu entwässern und dann zu rectificiren, so erhält man dasselbe in einem Zustande der Reinheit, wie man es niemals nach der gewöhnlichen Methode mit Chlorkalk und Weingeist zu gewinnen im Stande ist. 100 Theile Weingeist liefern nach dem neuen Verfahren 80 Theile Chloroform, welches chemisch rein ist und sich auch im Sonnenlicht nicht zersetzt. Zu medicinischen Zwecken sollte daher nur solches aus Chloral dargestelltes, sogenanntes Chloral-Chloroform benutzt werden. Das Chloralchloroform unterscheidet sich auch dadurch von dem gewöhnlichen Chloroform, daß es sich beim Schütteln mit

concentrirter Schwefelsäure nicht färbt, während letzteres dabei stets eine mehr oder weniger dunkle braune Färbung annimmt. Mit etwas (0,75—0,8 Proc.) Alkohol versetzt und von 1,485 spec. Gew. ist es bereits unter dem Namen englisches Chloroform von England aus in den Handel gebracht worden.

Um sehr geringe Mengen von Chloroform nachzuweisen, empfiehlt A. W. Hofmann die auf Chloroform zu prüfende Flüssigkeit in eine Mischung von Anilin und alkoholischem Natronhydrat einzugießen. Ist Chloroform vorhanden, so erfolgt alsbald, jedenfalls aber bei gelindem Erwärmen eine heftige Reaction unter Entwicklung des characteristisch riechenden Isonitrils. Diese Reaction ist so empfindlich, daß man mittelst derselben 1 Theil Chloroform in 5000 bis 6000 Thln. Alkohol gelöst, noch mit Sicherheit erkennen kann. Allerdings geben auch Bromoform und Jodoform, sowie sämmtliche Körper, welche bei Einwirkung von Natron unter Bildung von Chloroform, Bromoform oder Jodoform zersetzt werden, also z. B. auch Chloral und Chloralhydrat dieselbe Reaction; dagegen gelingt es nicht bei einer großen Zahl von dem Chloroform ähnlichen Körpern, wie z. B. dem Chloräthyliden, durch die beschriebene Reaction einen Geruch nach Isonitiril hervorzubringen.

Bekanntlich ist das Chloroform ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für viele Alkaloide. Nach hierauf bezüglichen Versuchen von J. Nowak kann man aus irgend welchen z. B. auch aus Leichentheilen, die man behufs Erforschung stattgefundener Vergiftung zu prüfen hat, stammenden) Flüssigkeiten, nachdem man dieselben durch Aetzkali- oder Aetznatronlauge alkalisch gemacht hat, beim Schütteln mit Chloroform die nachstehenden Alkaloide schon in der Kälte rasch und vollständig ausziehen, indem dieselben aus der alkalischen Flüssigkeit in das Chloroform übergehen: Strychnin, Chinin, Chinidin, Cinchonin, Caffeïn, Theobromin, Emetin, Atropin, Hyoscyamin, Aconitin, Veratrin, Physostigmin, Narcotin, Codeïn, Thebain, Nicotin und Coniin. Etwas langsamer werden Brücin, Colchicin und Papaverin; erst in der Wärme Sabadillin und in geringer Menge Narceïn aufgenommen. Pikrotoxin geht weit leichter aus saurer, als aus alkalischer Lösung in das Chloroform über. Morphin und Solanin wandern weder

aus saurer noch alkalischer Lösung in das Chloroform. Alle Alkaloide, welche aus einer wässerig-alkalischen Flüssigkeit von Chloroform aufgenommen werden, können jedoch dem Chloroform in sehr reinem Zustande wieder entzogen werden, wenn man das dieselben enthaltende Chloroform mehrmals mit durch eine Säure angesäuertem Wasser schüttelt. Dabei bleiben andere im Chloroform gleichzeitig gelöste Stoffe wie z. B. Fette im Chloroform zurück. Dieses Verhalten des Chloroforms ist in vielen Fällen von ganz außerordentlicher Wichtigkeit, um aus complicirten Gemischen sehr geringe Mengen von Alkaloiden auszuziehen und in einem völlig reinen Zustande abzuscheiden.

Wein.

Ueber die freie Säure im Wein hat Neßler einige*) Versuche angestellt und gefunden, daß die ganz allgemeine Annahme, die freie Säure des Weins sei Weinsäure, auf einem Irrthum beruhe. Nach Neßler sind die Fälle, wo die freie Säure des Weins nur aus Weinsäure besteht, sogar selten; sehr oft findet sich neben der Weinsäure auch Aepfelsäure und noch häufiger ist die freie Säure des Weins lediglich Aepfelsäure. Da nun eine Auflösung von Weinsäure in Wasser herber und schärfer schmeckt, als eine ebensolche Auflösung von Aepfelsäure, wenn beide Auflösungen äquivalentgleiche Mengen freier Säure enthalten, so ist es einleuchtend, daß die Natur der Säure in einem Wein von Einfluß sein muß auf dessen Geschmack und daß Weine, welche nur oder vorherrschend Aepfelsäure enthalten, milder schmecken, als wenn die Weinsäure in denselben vorherrscht.

Werden die Weine gallisirt oder petiotisirt, wobei man zum Moste eine größere oder geringere Menge von Wasser zusetzt, so treten noch andere Verhältnisse ein. Wenn das zum Verdünnen des Mostes benutzte Wasser, wie das wohl mit wenigen Ausnahmen der Fall sein dürfte, Kalksalze, namentlich Gyps und Chlorcalcium enthält, so werden die vorhandenen Salze in der Weise zerlegt, daß sich nach einiger Zeit weinsaurer Kalk ablagert, während Schwefelsäure (aus dem Gyps)

*) Böttger's polytechnisches Notizblatt No. 1 von 1873; — Dingl. pol. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 430.

und Salzsäure (aus dem Chlorcalcium) frei werden und sich im Wein vertheilen. Nessler hat in der That in solchen Weinen Salzsäure gefunden. Beim Gallisiren, wo immer gerade so viel Wasser zum Moste hinzugefügt wird, als nothwendig ist, um die darin vorhandene freie Säure auf 6 bis 8 pro Mille herabzubringen, tritt der angeregte Uebelstand weniger hervor; beim Petiotisiren jedoch, wo die Menge des zugesetzten Wassers das 3-, ja selbst das 4fache des Mostes beträgt und wo man die fehlende Säure durch Weinsäure ersetzt, kann, wenn das Wasser sehr reich an den genannten Alkalien ist, der Wein sehr erheblich an seiner Güte benachtheiligt werden und einen Geschmack erhalten, welcher entfernt an Chlor erinnert und sehr unangenehm ist. Um derartige Uebelstände zu vermeiden, muß man beim Gallisiren oder Petiotisiren, sowohl den Most mit möglichst weichem Wasser verdünnen, als auch die Trebern mit solchem weichen Wasser auswaschen und beim Petiotisiren zur Regulirung des Säuregehaltes nicht Weinsäure, sondern Aepfelsäure anwenden.

Zur Haltbarmachung des Weins hat Pasteur (vgl. Jahrg. VI dieses Jahrb. von 1873 S. 337) empfohlen den Wein bei Luftabschluß auf circa 60° C. zu erwärmen. Dieses Verfahren hat fast allgemeine Anerkennung gefunden. Leidenfrost, Weingroßhändler in Wien-Döbling hebt betreffs dieser Methode, die er „pasteurisiren" nennt, hervor, daß jeder erwärmte — pasteurisirte — Wein um ein Bedeutendes älter und fertiger wird, sowohl im Geschmack, als im Geruch, so daß verhältnißmäßig junge, unausgebaute Weine in kürzester Zeit dem Handel übergeben werden können. Wenn man die pasteurisirten Weine in Zeit von 8—10 Tagen nach erfolgtem Pasteurisiren mit Hausenblase oder Gelatine schönt, so bilden sie sehr rasch einen viel stärkeren Bodensatz und werden schneller klar, als wenn man die nicht pasteurisirten Weine auf gleiche Weise behandelt. Die pasteurisirten geklärten Weine vertragen dann jedwede Temperaturveränderung, ohne dadurch an Wohlgeschmack einzubüßen oder sich sonst zu verändern.

Parent hält das Pasteurisiren der Weine für überflüssig und behauptet, daß man durch Anwendung von Gerbsäure den Zweck der Haltbarmachung des Weins besser erreiche; man dürfe jedoch nur diejenige Gerbsäure anwenden, welche aus den

Bestandtheilen der Weintraube selbst genommen sei, indem der Wein bei Behandlung mit gewöhnlicher Gerbsäure (Tannin) einen eigenthümlichen unangenehmen Geschmack erhalte. Die Haltbarmachung des Weins mittelst aus der Weintraube abgeschiedener Gerbsäure ist übrigens schon vor 30 Jahren von Gall sehr angelegentlich empfohlen worden.

Von anderer Seite*) wird dagegen die Galläpfelgerbsäure, also das eigentliche Tannin zur Klärung und Haltbarmachung des Weins in Vorschlag gebracht; dabei wird hervorgehoben, daß das Tannin die Fähigkeit besitze, die eiweißartigen und hefebildenden Stoffe, welche ganz besonders das Trübwerden und sonstige unvortheilhafte Veränderungen des Weins veranlassen, niederzuschlagen. In Folge dessen eigne sich das Tannin vorzugsweise für junge Weine, welche es schneller der Reife entgegenführt und vor dem Langwerden schützt; es leiste aber oft auch bei älteren Weinen, welche trüb oder zähe geworden sind und sich nicht klar filtriren lassen, wesentliche Dienste. Solche Weine lassen sich nach dem Zusatz von Tannin und nachfolgender Schönung mit Hausenblase, wenn sie noch nicht ganz klar sein sollten, wenigstens klar und leicht filtriren. Jedem Zusatz von Tannin folgt zweckmäßig eine Schönung mit Hausenblase, welche letztere den Zweck hat, das raschere Niedersinken der unlöslich gewordenen Theile, also eine raschere Klärung des Weins zu bewirken, sowie etwa überschüssig zugesetztes Tannin wieder abzuscheiden. — In der Regel genügen auf ein Stück Wein von 1200 Liter 100 Gramme Tannin; bei jüngeren, sehr trübe oder zäh gewordenen Weinen kann man bis 140 Gramm steigen. Die abgewogene Menge des Tannins wird in einem sauberen irdenen Gefäße, etwa in einer großen Tasse oder in einem Topfe mittelst eines Holzlöffels oder Holzstäbchens (alles Metall, namentlich Eisen ist sorgfältig zu vermeiden) mit Wein gut verrührt und in eine große Weinflasche gegossen, daß Gefäß mit Wein nachgespült und die Flasche noch so weit aufgefüllt, daß man den Inhalt schütteln kann. Nach einigem Schütteln ist das Tannin, je nach der Natur des angewendeten Weins, zu einer mehr oder weniger trüben Flüssig-

*) Bayerischer Bierbrauer, Jahrg. von 1871 No. 6; — Dingl. pol. Journ. Bd. 202 von 1871 S. 310.

lat gelöst, die aber keinen festen Bodensatz mehr hat. Diese Lösung wird nun in das Faß gegossen und der damit versetzte Wein gut umgerührt oder aufgeblasen. Am leichtesten geht die Mischung vor sich, wenn man während eines Abstichs abwechselnd einen Theil des Weins und dann wieder einen Theil der Lösung in das Faß schüttet. Nach etwa 8 Tagen wird die gewöhnliche Hausenblasenschöne zugefügt, die man wiederum durch entsprechendes Rühren und Aufblasen gut mit dem Wein vermischt. Sollte sich einen Tag nach der Schönung bei oben abgenommener Probe noch ein geringer zusammenziehender Geschmack nach Tannin bemerkbar machen, so thut man gut, sogleich noch die Hälfte oder die gleiche Menge der Schöne wie vorher zuzusetzen. Es ist hierbei angenommen, daß aus 500 Gramm Hausenblase etwa 50 Liter Schöne bereitet sind und daß je ein Liter dieser Schöne auf 1200 Liter Wein für gewöhnlich verwendet werde. In der Regel wird nach der beschriebenen Behandlung mit Tannin und Hausenblase der Wein durch einiges Lagern vollkommen klar; wo nicht, so kann er doch wenigstens klar filtrirt werden. Rothweine werden für gewöhnlich nicht mit Tannin behandelt, da sie an sich schon ziemlich viel Gerbsäure enthalten und daher haltbarer sind.

Um Traubenwein und Obstwein von einander zu unterscheiden hat man empfohlen, die zu prüfenden Weinsorten durch Filtration erst vollständig klar zu machen und sodann mit Aetzammoniak im Ueberschuß zu versetzen. Aus dem Obstwein setzen sich bei dieser Behandlung nach einigen Stunden an der Wandung des Probecylinders deutliche Krystalle, fest an, während beim Traubenwein eine solche Krystallisation nicht beobachtet werden kann, indem sich nur ein scheinbar nicht krystallinischer Bodensatz bildet, der nicht am Glase haftet, oder sich zuweilen ein glasiger Ueberzug an den Wandungen absetzt, der jedoch leicht von der Krystallisation aus dem Obstweine zu unterscheiden ist. Unter dem Mikroskope erscheinen die Krystalle, die sich aus dem Obstwein abgesetzt haben, wie Tafeln mit parallelen Seiten und regelmäßigen Zuspitzungen; der anscheinend nicht krystallinische Bodensatz aus Traubenwein dagegen erweist sich unter dem Mikroskope aus kleinen sternförmigen Gebilden zusammengesetzt. Diese Verschiedenheit der Reaction scheint darauf zu beruhen, daß sich

im Obstwein Phosphorsäure in Verbindung mit Kalk, im Traubenwein dagegen Phosphorsäure in Verbindung mit Magnesia vorfindet. Selbst wenn ein Traubenwein mit Obstwein, z. B. Birnwein versetzt worden ist, entstehen bei Ausführung der beschriebenen Reaction, nach 12stündigem Stehen, die den Obstwein characterisirenden Kryställchen.

Um sich zu überzeugen, ob die rothe Farbe eines Rothweins ächt oder gefälscht ist, empfehlen Cottini und Fantogini 50 Cubikcentimeter des zu prüfenden Rothweins mit 6 Cubikcentimeter Salpetersäure von 42° Baumé (= 1,40 spec. Gew.) zu mischen und die Mischung auf 90°—95° C. zu erhitzen. Der natürliche Wein erleidet hierbei betreffs seiner Farbe selbst nach einer Stunde keine Veränderung, während die künstlich gefärbten Weine gewöhnlich schon nach 5 Minuten der Erhitzung mit Salpetersäure ihre Farbe verlieren.

Bier.

In Frankreich hat Pasteur Anregung gegeben zur Bereitung von Bier nach einem neuen, angeblich verbesserten Verfahren; und da Pasteur der Ansicht zu sein scheint, daß das nach seinem Verfahren gebraute Bier die deutschen Biere, welche gegenwärtig nach allen Ländern der Erde versandt werden, verdrängen wird, so hat er verlangt, daß man sein Bier in Frankreich „bière de la révanche nationale“ nenne. Vielleicht bedarf Pasteur dieser neuen Art von Reclame, um sein Verfahren leichter in die Praxis einzuführen, da Revanchebier für manchen ungestümen Kopf schon wegen dieser süßen Benennung ein Genuß ist, auch wenn es nicht so gut schmecken sollte, wie unsere deutschen Biere. Das Pasteur'sche Verfahren soll darauf beruhen, daß man die Würze nach dem Kochen in verschlossene Gefäße bringt, darin unter Abschluß der Luft abkühlt und ebenfalls unter Ausschluß der Luft der Gährung überläßt. Derjenige Theil des Apparates, in welchem diese Abkühlung ausgeführt wird, soll aus einer entsprechenden Anzahl von cylindrischen, aufrechtstehenden Gefäßen von Kupfer bestehen, die mit den nöthigen Hähnen zum Zu- und Ablassen der Würze und zum Ein- und Ableiten von Kohlensäure versehen sind. Die Würze gelangt heiß aus der Braupfanne in die Cylinder, aus denen man vorher durch Kohlensäure alle

Luft ausgetrieben hat; dann werden mit einem Wasserreservoir in Verbindung stehende Brausen geöffnet und durch das über die Cylinder fließende kalte Wasser die Würze in den Cylindern rasch bis zur Gährungstemperatur abgekühlt.

Bier aus Runkelrüben darzustellen ist schon öfters versucht worden, jedoch erfolglos, indem solches Bier stets einen unangenehmen nicht zu beseitigenden Beigeschmack besitzt. Jetzt will ein Engländer, Namens A. Pryor ein Verfahren erfunden haben, um aus den Zückerrüben wohlschmeckendes Bier zu bereiten, doch fehlen zur Zeit noch zuverlässige Mittheilungen über dessen Methode und es bleibt daher vorläufig nichts übrig, als abzuwarten, ob sich diese Angabe bestätigt.

Wie für die Weinbereitung resp. Klärung und Conservirung des Weins, ist auch für die Anwendung in der Bierbrauerei das Tannin als Ersatzmittel des Hopfengerbstoffs empfohlen worden. Ein Zusatz von 15 Gramm Tannin, welches einen Werth von 1 1/2 Sgr. besitzt, wirkt ebenso klärend und läuternd auf das Bier, wie 1 Pfd. des besten Hopfens. Man löst das Tannin behufs seiner Anwendung in der 8 bis 10fachen Menge warmen Wassers auf und setzt die Lösung der Würze zu, so entsteht während des Kochens vollständige Klärung und auf dem Kühlschiffe ein schnell sich abscheidender fester Kühlschlamm. Hiernach glaubt man, daß der Hopfen in allen den Fällen, wo man auf dessen Aroma und Bitterstoff verzichtend, ein süßes, weiniges Bier herstellen will, vollständig und mit Vortheil durch Tannin ersetzt werden kann.

Ueber Bierverfälschung ist in den letzten Jahren sehr geklagt worden und diesen Klagen entsprechend sind zahlreiche Anleitungen zur Untersuchung des Bieres, theils auf seinen Werth, theils auf einen Gehalt an fremdartigen Substanzen gegeben worden.

A. Metz*) hat behufs der Untersuchung der Biere auf ihren Extract- und Alkoholgehalt, eine neue Methode empfohlen, welche er die aräometrische Analyse des Bieres nennt und mittelst welcher man ohne Anwendung der chemischen Waage im Stande ist, den Gehalt an Extract sowohl, als an Alkohol

*) Bayerischer Bierbrauer 1870 Bd. V S. 141; — Dingl. pol. Journ. Bd. 201 von 1871 S. 547.

zu bestimmen. Behufs Ausführung dieser Methode wird zunächst von dem durch Schütteln von der Kohlensäure befreiten Bier mittelst eines sehr empfindlichen Aräometers (Aräometer mit großem Schwimmgefäß) bei 14° R. das spec. Gew. bestimmt, wobei bei den Dimensionen des Instrumentes ein Ablesen auf die vierte Decimalstelle, wie es der unmittelbaren Benutzung der Balling'schen Tabelle entspricht, mit größter Leichtigkeit ausgeführt werden kann. Von dem entkohlensäuerten Biere werden sodann 500 Cubikcentimeter abgemessen, in ein Messingkesselchen entleert und bis auf etwa ein Drittheil eingekocht. Nach dem Abkühlen wird die eingeengte Flüssigkeit wieder in den Halbliterkolben, worin man zuerst die 500 Cub.-Cent. Bier abgemessen hatte, zurückgegossen und mit dem Nachspülwasser bis zur Marke d. h. bis auf 500 Cub.-Cent. verdünnt, also das ursprüngliche Volumen (vor dem Einkochen) hierdurch wieder hergestellt; man mischt durch Schütteln die Flüssigkeit gleichmäßig und bestimmt nun abermals bei 14° R. ($17 \frac{1}{2}$° C.) mit dem Aräometer das spec. Gewicht. — Die beiden mit dem Aräometer erhaltenen Daten geben alsdann Aufschluß über den Gehalt an Extract und Alkohol in dem untersuchten Bier und zwar wenn die Apparate genau gearbeitet sind, wie man dieselben z. B. vom Mechanikus J. Greiner in München (Eisenmannsgasse No. 2) beziehen kann, mit derselben Genauigkeit, als wenn sie mit einer Waage erlangt worden wären. Um nun aus den erhaltenen Daten den Extractgehalt des geprüften Bieres zu berechnen, hat man sich nach Metz der Formel:

$$E = \frac{\Sigma \,.\, \text{zugehörige Extractprocente}}{s}$$

zu bedienen, wobei s = dem spec. Gew. des entkohlensäuerten Bieres, Σ = dem spec. Gew. des entgeisteten und wieder auf das ursprüngliche Volumen zurückgeführten Bieres und E = dem zu berechnenden Extractgehalte ist. Nach obiger Formel ist daher der Extractgehalt (E) des geprüften Bieres gleich dem spec. Gew. der entgeisteten Flüssigkeit (von gleichem Volumen) multiplicirt mit dem diesem spec. Gew. zugehörigen Extractgehalt und alsdann dividirt durch das spec. Gew. des nur von der Kohlensäure befreiten Bieres (s).

Zur Berechnung des Alkoholgehaltes des geprüften Bieres hat man sich nach Metz der Formel:

$$A = \frac{P \text{ für } \frac{s}{S}}{S}$$

zu bedienen, wobei s wie oben = dem spec. Gew. des entkohlensäuerten Bieres, S = dem spec. Gew. des entgeisteten und wieder auf das ursprüngliche Volumen verdünnten Bieres, P = den Alkoholprocenten aus der Fownes'schen Tabelle und A = dem zu berechnenden Alkoholgehalt ist.

Will man das S der bisherigen Formel für den Alkoholgehalt nicht einführen, so kann man, da S = spec. Gew. zu E ist, die Formel umwandeln in:

$$A = \frac{P \text{ für } \frac{s}{\text{spec. Gew. zu } E}}{\text{spec. Gew. } E}.$$

Oder, wenn man E, das sich zuvor als der Extractprocentgehalt des Bieres ergab, gemäß dem Obigen noch in die unmittelbaren Beobachtungswerthe s und Σ weiter auflöst, indem $E = \frac{\Sigma \text{. zugehörige Extractprocente}}{s}$ war,

$$A = \frac{P \text{ für } \frac{s}{\text{spec. Gew. zu } \frac{\Sigma \text{. zugehörige Extr.-Proc.}}{s}}}{\frac{s}{\text{spec. Gew. zu } \frac{\Sigma \text{. zugehörige Extr.-Proc.}}{s}}}$$

Fragt man in dieser letzten Weise nach dem Alkoholgehalte des Bieres, so ergiebt sich im Verlauf der Rechnung der Extractgehalt des Bieres =

$$\frac{\Sigma \text{. zugehörige Extract-Proc.}}{s}$$

nebenher und hat man umgekehrt die Extractprocente schon berechnet, so braucht man den dafür erhaltenen Werth nur statt E oder

$$\frac{\Sigma \text{. zugehörige Extract-Proc.}}{s}$$

in die beiden letzten Formeln zu setzen. — Mit Worten: Man multiplicirt zunächst das spec. Gew. Σ des entgeisteten und

wieder auf dasselbe Volumen verdünnten Bieres mit den ihm nach der Balling'schen Tabelle zukommenden Extractgewichtsprocenten. Das erhaltene Produkt wird weiter durch das spec. Gew. (s) des Bieres dividirt. Der gefundene Werth giebt das Extract in Proc. des Bieres. Zu der so gefundenen Zahl (dieselbe unverändert als Procentgehalt betrachtet) ist in der Balling'schen Tabelle das zugehörige spec. Gew. aufzusuchen. Der hierfür gefundene Werth ist das spec. Gew. (S) des entgeisteten und auf dasselbe Volumen verdünnten Bieres. Durch denselben ist weiter das spec. Gew. des Bieres (s) zu dividiren und für den erhaltenen Quotienten, denselben als spec. Gew. betrachtet, in der Fownes'schen Tabelle der zugehörige Alkoholgehalt aufzusuchen. Der gefundene Werth wird nochmals durch das eben erwähnte, nach der Balling'schen Tabelle gefundene, dem Extractgehalte des Bieres zugehörige spec. Gew. dividirt. Die gefundene Zahl drückt die Alkoholprocente des Bieres aus. Die Brauchbarkeit der Methode von Metz ergiebt sich aus nachstehenden Vergleichsresultaten:

	Auf aräometrischem Wege		Mit Hülfe der Waage	
	Extract	Alkohol	Extract	Alkohol
Münchener Hofbräuhausbier	7,214	3,49	7,170	3,49
Spatenbier (München) . .	7,2156	3,61	7,219	3,77
Singelspieler (München) . .	6,40	3,32	6,438	3,32
Porter, engl.	7,8106	6,02	7,804	6,02
Pschorr-Exportbier	10,94	4,33	10,91	4,17

Dunkle Biersorten werden nicht selten durch Zuckercouleur dunkel gefärbt. Diese Verfälschung ist zwar unschädlich, immerhin aber verwerflich, da die dunkle Farbe die Meinung herbeiführen soll, das betreffende Bier sei besonders reich an Extractivstoffen. Nach Dr. R. Schuster soll sich die Zuckercouleur im Biere leicht nachweisen lassen, wenn man das zu prüfende Bier mit Tanninlösung schüttelt. War das Bier ächt, so wird es hierbei bedeutend heller, fast entfärbt; verdankte es dagegen seine Farbe einem Gehalte an Zuckercouleur, so findet durch Tannin keine Entfärbung statt.

Zur Nachweisung von Pikrinsäure im Biere hat man schon längst frisch gewaschene weiße Wolle empfohlen. Zu diesem Behufe ist es am besten, das Bier mit einigen Tropfen Salzsäure anzusäuern; dann ein Stückchen feine weiße Wolle

Salzsäure anzusäuern; dann ein Stückchen feine weiße Wolle hineinzulegen und gelinde zu erwärmen, wobei sich die Wolle bei Gegenwart von Pikrinsäure deutlich gelb färbt. Nach Dr. Heinr. Brunner schlägt sich auf die Wolle außer der intensiv gelben Farbe der Pikrinsäure zugleich auch färbender Extractivstoff aus dem Biere selbst nieder, so daß die Wolle dadurch eine mehr schmutzig braungelbe Färbung erhält. Es ist daher in manchen Fällen nicht überflüssig, wenn man sich noch besonders davon überzeugt, daß sich wirklich Prikrinsäure auf die Wolle niedergeschlagen hat und dies geschieht nach Brunner dadurch, daß man das gefärbte Wollgarn mit schwacher Ammoniakflüssigkeit erwärmt, welche demselben alle Pikrinsäure entzieht; der ammoniakalische Auszug wird sodann filtrirt und auf dem Wasserbade concentrirt, bis nur ein geringer Rückstand übrig geblieben. Zu diesem Rückstande setzt man dann einige Tropfen Cyankalium, worauf wenn Pikrinsäure darin enthalten war, sogleich eine rothe Färbung der Flüssigkeit eintritt, von entstandenem isopurpursaurem Kali. Auf diese Weise kann man in 1 Liter Bier noch 1 Milligramm Pikrinsäure deutlich nachweisen.

Ueber die Nachweisung verschiedener Verfälschungen des Bieres mit Bitterstoffen oder Alkaloiden hat W. Lubicki*) eine ausführliche Abhandlung veröffentlicht, welche die Resultate vieler Versuche enthält. Diese Abhandlung läßt sich jedoch nicht wohl in kurzem Auszuge wiedergeben, da die Resultate der in derselben beschriebenen Untersuchungen zwar ganz bemerkenswerth, aber doch nicht genügend scharf sind, um eine übersichtliche Zusammenstellung zu ermöglichen.

Gährung. Hefe.

Die Gährungserscheinungen sind in den letztverflossenen Jahren wiederholt Gegenstand sorgsamer Forschung gewesen. Interessante Mittheilungen über die Alkoholgährung und ganz besonders über die Ernährung des Bierhefepilzes sind von Dr. A. Mayer**) bekannt gemacht worden.

*) Pharmaceutische Zeitschrift für Rußland XII Jahrg. v. 1873 No. 15 u. No. 16; — Dingl. pol. Journ. Bd. 211 v. 1874 S. 60.

**) Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. 142 S. 293; — Dingl. pol. Journ. Bd. 201 von 1871 S. 69.

Nach demselben kann in Bezug auf die Ursächlichkeit der alkoholischen Gährung so viel als allgemein zugegeben angesehen werden, daß die so bezeichnete Erscheinung, so viel man weiß, ausschließlich veranlaßt wird durch die Anwesenheit und Entwicklung niederer vegetabilischer Organismen aus der Klasse der Pilze, von welchen der Bierhefepilz der hervorragendste Repräsentant ist; und daß der Verlauf der Gährung von der Ernährung des sie verursachenden Organismus mit abhängt. Ernährungsversuche am Hefepilz haben daher für unsere nähere Kenntniß der Bedingungen der alkoholischen Gährung sicherlich eine große Bedeutung. Die von Mayer ausgeführten hierauf bezüglichen Versuche haben besonders folgende bemerkenswerthe Resultate ergeben:

Von mineralischen Salzen hat sich besonders das saure phosphorsaure Kali als unentbehrlich zur Ernährung der Hefe erwiesen und konnte selbst durch phosphorsaures Natron oder Ammoniak oder durch ein anderes Kalisalz nicht ersetzt werden. Immerhin genügt das erwähnte saure phosphorsaure Kali für sich allein nicht zur vollständigen Ernährung der Hefe, sondern es sind gleichzeitig noch andere, z. B. Magnesiasalze hierzu erforderlich.

Entgegen den bisherigen Annahmen behauptet Mayer, daß die eiweißartigen Stoffe und andere hoch organisirte stickstoffhaltige organische Verbindungen sich als schlechte Nahrungsmittel für den alkoholischen Hefepilz erweisen; dagegen seien Ammoniaksalze und stickstoffhaltige organische Stoffe, welche in ihrer Constitution dem Ammoniak nahe stehen, vollkommen im Stande, den Hefepilz bezüglich seines Stickstoffgehaltes zu ernähren, wenn sie auch keine sehr üppige Entwicklung desselben, keine sehr intensive Entwicklung ermöglichen. — Als stickstoffhaltiger Körper von ganz ausgezeichneter Fähigkeit, den Hefepilz zu ernähren und starke alkoholische Gährungen zu unterstützen, wurde in vielen Versuchen das nach der französischen und Waßmann'schen Methode dargestellte Pepsin erkannt. Ebenso erwies sich die in der Bierwürze enthaltene Diastase als ein guter stickstoffhaltiger Nährstoff jenes Pilzes. Diese Befähigung steht aber in keinerlei Zusammenhang mit der Fermentbefähigung dieser Körper (Pepsin und Diastase), indem die Wirkung derselben ganz die nämliche bleibt, ob man ihre Fermentbefähigung

durch Siedhitze zerstört, oder nicht. — Uebrigens verhält sich der Hefepilz in seiner Stickstoffernährung nicht der höheren grünen Pflanze analog; denn er ist absolut unfähig, sich auf Kosten von Salpetersäure, der Hauptbezugsquelle des Stickstoffs für jene, mit Stickstoff zu versorgen.

In Bezug auf den Stoffwechsel, welchen die Hefepflanze unterhält, betrachtet Mayer Folgendes als experimentell festgestelltes Resultat:

Die Ernährung des Hefepilzes und die alkoholische Gährung steht nicht blos mit der Aufnahme ganz gewisser stickstoffhaltiger Nahrungsmittel durch ersteren in Beziehung, sondern ist auch an einen wahren Stickstoffumsatz unabänderlich geknüpft, d. h. der Hefepilz scheidet bei der alkoholischen Gährung nicht blos stickstofffreie Stoffe, wie Alkohol, Kohlensäure und einige andere, sondern auch regelmäßig stickstoffhaltige Stoffe unbekannter Natur, die nun nicht wieder zu seiner Ernährung dienen können, aus.

In Bezug auf die Art und Weise des ursächlichen Zusammenhanges zwischen Hefepilz-Ernährung und alkoholischer Gährung bemerkt Mayer: Der Hefepilz bedarf zu seinem Leben und zur Erfüllung seiner normalen Functionen, abweichend von den Existenzbedingungen fast aller anderen Classen von Organismen und selbst aller auf die Vorgänge bei ihrer Ernährung einigermaßen studirter Pilze nicht der Zuführung von freiem Sauerstoff, er athmet nicht in dem Sinne, wie dies alle höheren Pflanzen und Thiere, wie dies ferner von den ihm nahestehenden Organismen z. B. die Hutpilze, die Schimmelarten und die (an der Oberfläche von Flüssigkeiten) Häute bildenden mycoderma-artigen Formen thun. Aus diesem Grunde darf der Satz, dessen durchgehende Gültigkeit namentlich nach der Entdeckung der Sauerstoff-Athmung aller grünen Gewächse ziemlich allgemein als bewiesen angesehen wurde: daß ein jeder Organismus in dem Grade, als er gewisse intensive Lebensäußerungen vollziehe, der Aufnahme von Sauerstoff unumgänglich nothwendig bedürftig sei, in dieser engen Form nicht aufrecht erhalten werden. Es kann derselbe aber im Einklang mit allen auf diesem Gebiete vorliegenden Untersuchungen dahin abgeändert werden, daß einem jeden Organismus zum Vollzug seiner Lebenserscheinungen, chemische Spannkräfte zur Verfügung

stehen müssen und daß es ein wesentliches Merkmal jener bestimmten Lebenserscheinungen ist, daß solche chemische Spannkräfte dabei in die Form von Wärme oder mechanischer Bewegung übergehen. Daß diese chemischen Spannkräfte in der Affinität von Sauerstoff zu organischer Substanz bestehen, muß als ein specieller Fall jener allgemeinen Gesetzmäßigkeit, freilich als der gewöhnlichst eintretende betrachtet werden; sie können aber theoretisch ebenso gut und thatsächlich durch die Affinitäten, welche durch innere Spaltungen organischer Körper ohne Sauerstoffzutritt frei werden, repräsentirt werden.

Gesteht man diese Abänderung jenes Satzes zu, so tritt der gesammte Lebensprozeß des Hefepilzes in der Zuckerlösung durchaus in die Reihe der uns geläufigen Stoffwechsel-Vorgänge der höheren Organismen ein und zugleich wird uns eine Reihe von Erscheinungen bei der Ernährung des Hefepilzes leicht verständlich. Der Zerfall eines Kohlehydrates in Alkohol und Kohlensäure ist mit einem Verluste an chemischen Spannkräften verbunden; der gebildete Alkohol hat eine erheblich kleinere Verbrennungswärme, als derjenigen Menge Zucker, aus welcher er bei der Gährung hervorgegangen ist, entspricht. Somit bildet dieser Fall in dem erörterten Sinne die größte Aehnlichkeit mit einer Verbrennungs-Erscheinung dar und man könnte ihn vielleicht, um hieran zu erinnern, als innere Verbrennung bezeichnen.

Mayer macht darauf aufmerksam, daß zwischen der Zellenbildung bei den Pflanzen und der Neubildung von Hefezellen eine unverkennbare Analogie herrsche. Im ersteren Falle sei es das Protoplasma, jener dickflüssige oder körnige (vermuthlich) eiweißreiche Theil des Zellsaftes, von welchem alle pflanzlichen Lebenserscheinungen direct oder indirect auszugehen scheinen; und zwar in der Art, daß ein Protoplasma, welches vegetabilische Neubildungen d. h. zunächst Ablagerungen von Zellhäuten aus seinem zuckerhaltigen Bildungssafte vollzieht, nothwendig eine Verbrennung von erheblicher Stärke in sich unterhält und daß sich in Folge dessen protoplasmareiche Pflanzentheile, welche in sehr intensiver Organvermehrung also in neuer Zellenbildung begriffen sind, auch eine besonders intensive Athmung unterhalten. Die Bildung von Cellulose aus den zuckerhaltigen Bestandtheilen des Bildungssaftes, sei ein Vorgang, dessen

Chemismus man zur Zeit nicht kenne, der aber in der allernächsten Abhängigkeit stehe von einem anderen Chemismus, in Folge dessen ein weiterer Theil der organischen Substanz des Bildungssaftes durch Oxydation zerstört werde. — Im zweiten Falle, d. h. bei der Neubildung der Hefezellen, sei in ganz analoger Weise ebenfalls der Prozeß der Ablagerung der Cellulose der neu entstehenden Sprossungen aus einem zuckerhaltigen Protoplasma, unabänderlich an einen anderen Vorgang geknüpft, welcher aber diesmal nicht in einer vollständigen Verbrennung eines anderen Theiles der organischen Substanz des Zellsaftes, sondern in einer innern Spaltung eines anderen Theils des Zuckers des Zellsaftes in niedriger und in höher oxydirte Produkte bestehe, bei welcher aber gleichfalls, wie bei jener Verbrennung, chemische Spannkräfte verloren gehen. Durch eine solche Generalisation werde also eine einzelne, für sich räthselhafte Naturerscheinung zwanglos einer Classe von bekannten Erscheinungen eingereiht, und auf diese Weise der Causalnexus zwischen Zuckerzerfall und Hefesprossung mit großer Wahrscheinlichkeit nachgewiesen.

Bei dem ganzen Vorgange sei es nothwendig, sich den Zucker des protoplasmatischen Zellsaftes der Hefe als einerseits zur neuen Zellstoffablagerung dienend, andererseits jene Spaltung erleidend zu denken und nur anzunehmen, daß der Verlust dieses Zuckers bei der gewöhnlichen Gährung in zuckerhaltigen Flüssigkeiten durch Aufnahme von Zucker von außen, immer wieder gedeckt werde. Dieser letztere Vorgang würde ein einfach osmotischer sein.

Eiweißstoffe und verwandte Substanzen.

Albumin.

Schon vor längerer Zeit wurde auf den bedeutenden Albumingehalt der Fischeier hingewiesen und es wurden diese Eier, die sich in ungeheueren Quantitäten beschaffen lassen, als Material zur Albuminbereitung empfohlen. Zur Zeit ist jedoch dieser nicht unwichtige Gegenstand noch nicht zur praktischen Verwerthung gelangt, bedarf daher fortgesetzter Anregung. W. Grüne*) hat darauf aufmerksam gemacht, daß wenn man das Albumin in brauchbarem Zustande aus den Fischeiern,

*) Musterzeitung, Zeitschrift für Färberei etc. von 1871 No. 10.

dem sogenannten Fischrogen, gewinnen will, man vor Allem darauf zu achten hat, daß der Rogen reif, d. h. so entwickelt als möglich und daß er frisch zur Anwendung gelangt. Die Eierchen befinden sich in einer Art Beutel, der mit Blutadern durchzogen ist; dieser Beutel muß aufgeschnitten werden; dann drückt man die Eier aus demselben heraus, wirft die Eier, wenn man eine größere Quantität beisammen hat, auf ein ziemlich enges Drahtsieb und reibt sie auf diesem mit einer harten Bürste klein. Das flüssige hierbei frei werdende Albumin läuft durch, während die Zellenmasse des Rogens auf dem Sieb zurückbleibt. Man wäscht dieselbe mit Wasser, dem auf 300 Thle. 1 Thl. Ammoniak zugesetzt ist, auf dem Siebe etwas nach, um das anhaftende Eiweiß davon abzuspülen. Das so gesammelte Albumin wird mit dem abgelaufenen Waschwasser vermischt in hohe Gefäße gefüllt, die in verschiedener Höhe mit Holzhähnen versehen sind. Nach mehrtägigem Stehen in diesen Gefäßen klärt sich das Albumin und wird klar in flache Schalen abgelassen, in diesen Schalen in gut ventilirte Räume gebracht und eingetrocknet. Eine Filtration des Albumins durch groben Sand oder gestoßenes Glas befördert die Klärung.

Der Rogen von Süßwasserfischen, namentlich Hechten, giebt sehr schönes, klares, ganz geruchloses Albumin, wenn man nur einigermaßen vorsichtig arbeitet. Der Seefischrogen, namentlich der Rogen vom Dorsch muß sehr frisch verarbeitet werden, wenn das Albumin nicht Spuren von Fischgeruch haben soll. Ist der Rogen alt, so läßt sich der bekannte penetrante Geruch nicht mehr entfernen. Für technische Zwecke vermag das aus frischem Rogen dargestellte Fischalbumin, das Hühneralbumin vollständig zu ersetzen.

Ueber die Fabrikation des Blut- und Eieralbumins hat Edmund Campe*) in Brünn Mittheilungen gemacht, welche zur Vervollständigung unserer Angaben über diesen Gegenstand im Jahrg. II dieses Jahrb. S. 335 und Jahrg. VI S. 348 dienen. Betreffs der Fabrikation des Blutalbumins ist es nach Campe von besonderer Wichtigkeit für die Erzielung eines möglichst hellen Produkts, daß man beim Schlachten der Rinder und Schafe dem Auffangen

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 206 von 1872 S. 56.

des Blutes die größte Sorgfalt zuwendet und daß man das Lokal, wo die Heber- und Siebschüsseln aufgestellt werden, möglichst nahe am Schlachthause einrichtet. Je kürzer der Weg ist zum Transporte des Blutes nach dem Arbeitslokal, je schneller man das Blut in Würfel schneidet, desto heller und reiner tropft das Serum ab. Man sollte das Blut in 1/2 höchstens in 1 Stunde nach erfolgtem Aufsammeln desselben schon auf die Siebe bringen. Ein weiteres Transportiren des Blutes giebt stets ein röthlich gefärbtes Serum und in Folge dessen auch mehr oder weniger dunkel gefärbtes Albumin. Im Sommer zeigen sich diese Uebelstände ganz besonders, da durch die Wärme das Blut viel weniger leicht gerinnt. Nachdem man das frisch gestockte Blut in Würfel zerschnitten, circa 1 Zoll lang und 1 Zoll breit, bringt man es auf die Siebe und läßt hierauf das Serum 40—48 Stunden lang abtropfen. Anfangs tropft dasselbe mit Blutkügelchen roth hindurch, jedoch schon nach einer Stunde geht es vollkommen rein und zwar je nach der Race der Ochsen entweder tief goldgelb (ungarische und galizische Ochsen) oder hell weingelb ab. Nach Verlauf von 40—48 Stunden zieht man von den Heberschüsseln das Serum klar ab, wobei man die Vorsicht anwenden muß, daß von dem am Boden befindlichen Blutfarbstoffe nichts mit abläuft. Um das zu vermeiden ist zu empfehlen, die Heberschüsseln am Boden etwas gewölbt herstellen zu lassen, um einen tiefen Punkt zu bekommen und den Einsatz, worin der Kork für das Heberrohr sitzt, circa 1/8 Zoll über dem inneren Boden einlöthen zu lassen. Die Blutschüsseln, welche Campe anwendet, enthalten oder fassen circa 16—18 Pfd. Blut, woraus 4—4 1/2 auch 5 Pfd. Serum, entsprechend 25—30 Proc. Serum gewonnen werden.

Sind alle Schüsseln abgezogen, so gießt man das gesammte Serum in aus weichem Holze angefertigte Kübel von 3—4 Ctr. Inhalt. Diese Kübel sind 2—3 Zoll über dem Boden angebohrt und in den Bohrlöchern stecken Holzhähne. Je nachdem man nun aus dem Serum Naturalbumin ohne Glanz oder sogenanntes Patentalbumin mit Glanz fabriciren will, verfährt man verschieden:

Zur Gewinnung von Naturalbumin hat man nur nöthig, auf je ein Centr. Serum 1/4 Pfd. Terpentinöl darunter zu peitschen. Campe bedient sich hierzu eines an einem Stabe

befestigten kreisrunden Brettes von circa 1 Fuß Durchmesser, welches mit siebartig gestellten Bohrlöchern versehen ist. Durch das sogenannte Peitschen des Serums mit Terpentinöl erzielt man einestheils, indem sich dabei Ozon bildet, eine Bleichung des Serums, anderntheils wirkt das Terpentinöl conservirend und klärend auf das Serum ein. Nach erfolgtem Peitschen läßt man das Serum in dem Kübel wohl bedeckt 24—36 Stunden ruhig stehen; hierbei scheidet sich an der Oberfläche das Terpentinöl, gemengt mit einem schmierigen, grünlichweißen Fette aus und man kann nun das gereinigte Serum durch den obenerwähnten Holzhahn ablassen. Das erste ablaufende Liter beseitige man, da es immer etwas trübe ist; das übrige Serum bringe man nach dem Abziehen sofort in die Trockenstube zum Eintrocknen. Hierzu verwendet Campe gepreßte, mit Oelfarbe und Lack überzogene und eingebrannte eiserne Tassen von circa 12 Zoll Länge, 8 Zoll Breite und 3/4 Zoll Tiefe. Die Temperatur der Trockenstube soll, wenn man eingießen läßt, immer etwa 40° R. (50° C.) betragen; ist Alles auf den Tassen, so läßt man die Temperatur rasch auf 42°—44° R. (51 1/2—55° C.) steigen und erhält diese Temperatur 2 Stunden lang, ohne ein Dunstventil zu öffnen. Nach dieser Zeit öffne man alle Dunstventile und lasse die Temperatur auf 38°—40° R. zurückgehen. Diese Temperatur erhalte man unter Schließung der Ventile bis zur Beendigung des Trockenprozesses, welcher ungefähr 30—36 Stunden dauert. Während des Trocknens werden von Zeit zu Zeit einzelne Dunstventile geöffnet, um die feuchte Luft durch trockene zu ersetzen. Um einen schnellen Luftwechsel zu erzielen, hat Campe in dem Mauerwerk am Fußboden Oeffnungen zur Lufteinströmung angebracht; die Ausströmungsöffnungen für die feuchte Luft sind natürlich an der Decke und münden über das Dach. In jedem Zimmer sind vier solche Oeffnungen mit 12 Zoll weitem Eisenrohr hergestellt.

Zur Gewinnung von sogenanntem Patent-Albumin empfiehlt Campe folgendes Verfahren. Für je einen Centr. (50 Kilo) Serum mischt man zunächst 10 Gramm englische Schwefelsäure und 200 Gramm concentrirte Essigsäure von 1,040 spec. Gew. zusammen, läßt die Mischung etwa 1 Stunde lang stehen, verdünnt sie dann mit 3 Kilogr. Wasser und

gießt die so erhaltene saure Flüssigkeit unter Umrühren in ganz schwachem Strahle in das Serum ein. Hierauf wird noch pro Centr. Serum 1/4 Pfd. (125 Gramm) Terpentinöl zugegeben und dann 1—1 1/2 Stunde fleißig gepeitscht. Durch den Säurezusatz verändert das Serum in wenigen Minuten seine Farbe; selbst schwach röthlich gefärbtes wird farblos und giebt ein helles Produkt. Nachdem das so behandelte Serum ebenfalls 24—36 Stunden der Ruhe überlassen geblieben, wird es, wie oben bei der Darstellung von Naturalbumin beschrieben, abgezogen, jedoch vor dem Einsetzen in die Trockenkammer auf Aetzammoniak bis zur schwach alkalischen Reaction versetzt, um jede Spur freier Säure zu entfernen. Das so bereitete Albumin besitzt nach dem Trocknen ein schönes Ansehen, es zeigt eine spiegelglatte Oberfläche, löst sich, wenn vorsichtig getrocknet sehr gut in Wasser und hat eine blonde Farbe. Um zu bewirken, daß sich das getrocknete Albumin leicht von den Tassen ablösen läßt, werden letztere mit wenig warm gemachtem Rindstalg abgerieben. Aus 10 Centr. Serum gewinnt man 1 Centr. trockenes Albumin. Das aus dem klaren Serum bereitete Albumin wird als Prima-Blutalbumin in den Handel gebracht. Aus den trüben und röthlichen Rückständen des Serums bereitet man als Secunda-Blutalbumin auf analoge Weise eine zweite, etwas geringere Sorte des Albumins. Endlich wird noch eine dritte Sorte, das Tertia-Blutalbumin fabricirt, indem man die auf den Sieben zurückgebliebenen Blutwürfel in ein Faß mit doppeltem Boden bringt; der innere Zwischenboden des Fasses ist 8—12 Zoll vom unteren entfernt und mit 1/2 zölligen Löchern versehen. Auf die Blutwürfel in dem Faß gieße man hinreichend viel Wasser, sowie auch den rothen Schlamm aus den Heberschüsseln und arbeite mit den Händen Alles gut durch einander. Die zwischen den Böden sich ansammelnde Flüssigkeit mache man mit Ammoniak wenig schwach alkalisch und bringe sie in die Trockenstube. Das zurückbleibende Tertia-Blutalbumin ist schön glänzend und wird besonders von den Zuckerraffinerien gekauft. Die im Fasse zurückbleibenden vom Serum befreiten Blutkuchentheile läßt man, um sie in einen gleichförmigen Teig zu verwandeln, zwischen zwei in einander greifenden Stachelwalzen durchgehen und trocknet dann den Brei in einem etagenförmig gebauten Trockenofen bei einer

Temperatur von 50°—60° R. (62½—75° C.), wozu man 2 Fuß lange, 1 Fuß breite und 1½ Zoll tiefe Trockenschüsseln verwendet. Das so gewonnene getrocknete Blut ist ebenfalls ein gesuchter Artikel, welcher 9½—12 Proc. Stickstoff und 1 Proc. Phosphorsäure enthält.

Die Fabrikation des Ei=Albumins ist nach Campe zur Zeit nicht lohnend. Eine Hauptbedingung ist hierbei, daß man sich den Absatz der frischen Dotter (Eigelb) an Lederfärbereien, Handschuhfabriken ꝛc. sichert. Die Trennung des Dotters vom Eiweiß muß mit Sorgfalt vorgenommen werden und man muß darauf achten, daß man den sogenannten Hahnentritt mit zum Eiweiß bekommt, da sonst zu viel Eiweiß verloren gehen und anderntheils der Dotter durch den anhaftenden Hahnentritt viel schneller dem Verderben unterliegen würde. Ein Schock (60 Stück) Eier müssen, wenn vorsichtig ausgeschlagen 2½—2⅝ Pfd. Wiener Gewicht an Eiweiß geben. Große Landeier von den Monaten April und Mai geben bis 2¾ Pfd. Eiweiß und 1⅞ Pfd. Dotter per Schock. Das abgeschiedene Eiweiß wird in Kübel gebracht von circa 3 Centr. Inhalt, unten, 3 Zoll über dem Boden mit Holzhähnen versehen. Je 1 Centr. des Eiweiß wird mit ¼ Pfd. concentrirter Essigsäure und ¼ Pfd. Terpentinöl in diesen Kübeln so lange durchgepeitscht, bis das Eiweiß ganz wässrig erscheint; dann überläßt man das Eiweiß 24—36 Stunden lang der Ruhe, wobei sich beigemischte Dottertheile an der Oberfläche ausscheiden und zieht das klare Eiweiß vorsichtig ab, macht es mit Aetzammoniak schwach alkalisch und trocknet es in der oben beim Blutalbumin beschriebenem Weise. Das meiste Eialbumin geht nach England, muß jedoch dorthin in größeren compacten Stücken geliefert werden, die man auf die Weise erhält, daß man das Eiweiß, sobald dasselbe auf den Tassen so weit trocken, daß es sich als ganze Tafel von der Tasse abziehen läßt, aus der Trockenstube entfernt, auf circa 3 Fuß lange und 2 Fuß breite Leinwandhorden legt und bei gewöhnlicher Zimmertemperatur vollständig austrocknen läßt. Das so bereitete Produkt ist das Prima=Eialbumin. Aus den in den Decantirkübeln zurückbleibenden Resten kann man ein Secunda=Eialbumin bereiten, indem man diese Reste mit Wasser nebst wenig Essigsäure und Terpentinöl nochmals extrahirt. Die Kübel für

diese zweite Sorte müssen aber anders eingerichtet sein, indem in Folge veränderten specifischen Gewichtes des Eiweiß sich der ganze Schlamm und Schmutz am Boden des Gefäßes ablagert. Man muß daher die Kübel mit mehreren Hähnen versehen, um von oben herab die klare Flüssigkeit abziehen zu können. Nach dem Abziehen wird ebenfalls schwach mit Aetzammoniak alkalisirt. Der in den Fässern übrig bleibende Schlamm, aus Dotter und Hahnentritt bestehend, kommt in den Dünger.

M. Ziegler*) hat nachstehendes Verfahren empfohlen, um den Werth einer Albuminsorte zu bestimmen. Man löse 20 Gramme des zu prüfenden Albumins in 0,1 Liter Wasser, seihe die Lösung durch ein Seidensieb, lasse sie zum Absetzen der unlöslichen Theile einige Zeit stehen, ziehe dann mit einer Pipette 10 Cub.-Centim. des klaren Theils ab und lasse diese abgezogene Portion, um das wirkliche Albumin zu fällen, in eine in einer Porzellanschale befindliche, lebhaft kochende 20 procentige Alaunlösung fallen. Hierbei hat man darauf zu achten, daß die Alaunlösung heftig kocht und während des Zutröpfelns der Albuminlösung nicht aus dem Kochen kommt. Man gießt sodann den Inhalt aus der Porzellanschale in einen graduirten Cylinder, läßt den Niederschlag von geronnenem Albumin sich absetzen und beobachtet sein Ansehen und sein Volumen, wobei zu bemerken ist, daß der Niederschlag, wenn das Albumin rein d. h. unverfäscht war, mehr oder weniger fasrig, wenn es mit Gummi oder Dextrin versetzt war, nur flockig erscheint. Zuletzt wird der Albuminniederschlag auf einem vorher getrockneten und gewogenen Filter gesammelt, mit kochendem Wasser gut ausgesüßt, getrocknet und gewogen, um nach Abzug des Filtergewichtes die Menge des ausgeschiedenen Albumins genau kennen zu lernen. Ein Filter von Kattun eignet sich hierzu besser als ein Papierfilter, weil die Flüssigkeit rascher abläuft.

Dieses Verfahren ist von de Coninck auf seine Zuverlässigkeit untersucht worden, wobei sich ergeben hat, daß in dem gefällten Albumin nur Spuren von mit niedergefallener Thon-

---

*) Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse t. 41 v. 1871 p. 269; — Polytechn. Centralblatt v. 1872 S. 534; — Dingl. pol. Journ. Bd. 205 v. 1872 S. 454.

erde enthalten sind; daß das Resultat, bei unvermischtem Albumin ganz genau ist, während ein mit arabischem Gummi versetztes Albumin nicht vollständig gefällt wird, und auch ein größerer Dextringehalt das Resultat, jedoch in geringerem Grade, als Gummi beeinträchtigt, in der Art, daß der Albumingehalt durch die Probe zu gering angegeben wird. Immerhin ist aber nach de Coninck das Ziegler'sche Verfahren, wenn auch nicht in allen Fällen zur Bestimmung des absoluten Gehaltes an Albumin, doch zur Bestimmung des relativen Werthes verschiedener Albuminsorten für den Zeugdruck vollkommen geeignet.

Blut.

Zur Nachweisung geringer Mengen von Blut empfiehlt F. L. Sonnenschein*) eine gesättigte wässerige mit Essigsäure oder Phosphorsäure stark angesäuerte Auflösung von wolframsaurem Natron. Dieses Reagens giebt mit allen Proteïnkörpern, Albumin, Caseïn, Blutserum, auch mit Leim, selbst in höchst verdünnten Lösungen voluminöse Niederschläge, die beim Erwärmen außerordentlich an Volumen abnehmen und dann eine weiche, fadenziehende, klebrige, beim Erkalten zu einem festen zerreiblichen Körper von glasglänzendem muscheligem Bruche erstarrende Masse bilden, welche in schwach angesäuertem Wasser nicht, dagegen besonders beim Erwärmen in allen alkalischen Flüssigkeiten löslich ist. In dem erwähnten Reagens besitzt man daher ein sehr empfindliches Mittel um alle zu den Proteïnsubstanzen gehörenden Körper nachweisen zu können. Ganz besonders characteristisch ist aber das Verhalten dieses Reagens zu defibrinirtem Blut. Eine verdünnte und filtrirte Blutlösung giebt nämlich mit dem Sonnenschein'schen Reagens einen voluminösen, röthlichbraunen oder chocoladenfarbigen Niederschlag, der sich durch Kochen zu Klümpchen von geringem Volumen zusammenballt. Unter dem Mikroskope zeigt sich derselbe im frischem Zustande als aus kleinen Bläschen bestehend, die beim Trocknen verschiedenartig zusammenschrumpfen. In Ammoniak, sowie in anderen stark alkalischen Flüssigkeiten löst sich der Niederschlag, im nicht stark getrockneten Zustande

*) Chemisches Centralblatt von 1873 S. 423; — Dingl. pol. Journ. Bd. 210 v. 1873 S. 59.

leicht zu einer characteristisch grünroth dichroisirenden Flüssigkeit auf. Bei 100° C. getrocknet bildet der Niederschlag eine schmutzigbraune pulverige Masse, welche 49,7 Proc. organische Substanzen, in denen alle Elemente des Blutes vertreten sind, enthält. — Dieses Verfahren kann besonders bei gerichtlichen Untersuchungen behufs Nachweisung des Vorhandenseins von Blutflecken von Wichtigkeit werden. Man schneidet die befleckte Stelle aus, legt sie in Wasser, um das Blut aufzulösen, filtrirt die Lösung und prüft sie in der beschriebenen Weise mit dem Reagens. Hierbei genügt schon eine sehr verdünnte Blutlösung; den erhaltenen Blutniederschlag kann man beliebig conserviren und zu gelegener Zeit in Ammoniak lösen, um die grünroth dichroisirende Flüssigkeit zu erhalten. Aus der ammoniakalischen Lösung kann man den Niederschlag durch Säurezusatz wieder in seiner ursprünglichen Zusammensetzung ausfällen, um das Material zu den übrigen Blutreactionen zu gewinnen, welche einerseits auf den Nachweis von Stickstoff durch die Cyanbildung beim Schmelzen mit Natrium, andererseits, nach dem Einäschern, auf den Nachweis von Eisen in einer ursprünglich keine Eisenreaction mit den gewöhnlichen Reagentien gebenden Lösung basirt sind.

Zur Nachweisung von Blut im Urin empfiehlt Prof. Almén in einem Reagensglase einige Cub.-Centimeter Guajaktinctur mit dem gleichen Volumen Terpentinöl so lange zu schütteln, bis eine Emulsion entstanden ist und dann etwas von dem zu prüfenden Urin vorsichtig zuzusetzen, so daß der Urin zu Boden sinkt. Bei Berührung der Emulsion mit dem Urin wird das Guajakharz rasch als weißes, später schmutzig gelbes oder grünes feines Präparat gefällt, wenn der Urin blutfrei war; enthielt dagegen der Urin nur Spuren von Blut, so färbt sich das Harz mehr oder weniger intensiv blau, oft fast indigoblau.

Casein.

Das Casein ist als Verdickungsmittel für Zeugdruckerei empfohlen worden, zu welchem Behufe es nach C. Schlumberger*) auf nachstehende Weise in ein hierfür

*) Bulletin de la Société industrielle der Mulhouse t. 41 p. 103; — Deutsche Industriezeitung von 1871 S. 39.

passendes Präparat übergeführt werden kann: 1 Kilogramm gepulvertes Caseïn, 75 Gramm gebrannte Magnesia und 4 Liter Wasser werden in der Art mit einander vermischt, daß man erst das Caseïn und dann die gebrannte Magnesia jedes für sich mit etwas von dem Wasser befeuchtet und dann die Substanzen in dem angegebenen Verhältnisse zusammenarbeitet, wobei man einen dicken, halbflüssigen homogenen Teig erhält, den man eine Nacht hindurch stehen läßt. Zu diesem Teige setzt man dann eine Lösung von 300 Grammen Aetzbarytkrystallen in 3 Liter Wasser von höchstens 35° C. Wärme und rührt so lange um, bis sich der Teig in dem Barytwasser zu einer dünnflüssigen gummiartigen Masse — dem gewünschten Verdickungsmittel — gelöst hat. Die Masse hat die sehr bemerkenswerthe Eigenschaft in der Wärme fast vollständig zu gerinnen und im geronnenen Zustande in Alkalien unlöslich zu sein. Farben, die damit verrieben und auf Zeug aufgedruckt werden, lassen sich daher bei nachherigem Dämpfen vollständig fixiren. Diese neue Verdickungsflüssigkeit enthält pro Liter 125 Gramme Caseïn, läßt sich lange und ohne eine Zersetzung zu erleiden, aufbewahren, wenn man sie vor der Luft schützt. Bei Berührung mit der Luft zieht sie nämlich Kohlensäure an und es scheidet sich ein Theil des Baryts als kohlensaurer Baryt aus. Besonders schön lassen sich die Mineralfarben z. B. Ultramarin, Zinkweiß, Beinschwarz mit der Caseïnflüssigkeit aufdrucken während die Anilinfarben dadurch ausgeschieden werden.

Milch.

Zur Bereitung von condensirter Milch hat Prof. Trommer*) in Eldena eine Anleitung gegeben. Die Milch darf für diesen Zweck stets nur aus gereinigten, gewaschenen Eutern der Thiere gemolken und muß außerdem noch sehr vorsichtig durchgeseiht werden; zunächst erhitzt man sie über freiem, rauchlosem Feuer bis zum Kochpunkte, oder kocht sie auf, seiht sie nochmals durch einen sehr feinen Durchschlag von Blech und dampft sie unter Zusatz von 6—7 Loth gewöhnlichem raffinirtem Zucker auf je 1 Quart unter stetem gelinden Um-

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 64.

rühren auf einem Wasser- oder Dampfbade in einem flachen Gefäß bis zur Consistenz eines dickflüssigen Syrups ein. Das Umrühren der Milch darf aber während des Eindampfens nicht unterbrochen werden; indem sich sonst unlösliche Häute bilden. Zum Umrühren benutzt man je nach der Größe der Gefäße entweder nur einen hölzernen Spaten oder eine hölzerne Krücke. Bevor der Zusatz des Zuckers geschieht, wird derselbe etwas geläutert; dies geschieht einfach auf die Weise, daß man den Zucker mit ungefähr der Hälfte seines Gewichtes Wasser eine Zeit lang kocht, abschäumt und die heiße Flüssigkeit durch Flanell seiht. Nachdem dieser flüssige Zucker auf mindestens 75° C. abgekühlt ist, wird er der Milch im Wasserbade zugesetzt. Zweck dieses Zuckerzusatzes ist nur allein der, die Milch zu conserviren; daß der Zucker der Milch zugleich auch einen süßen Geschmack ertheilt, ist hier Nebensache. Ohne Zuckerzusatz hält es außerordentlich schwer, selbst unter Beobachtung aller bis jetzt bekannten Conservirungsmethoden, die condensirte Milch gegen innere Verderbniß oder Zersetzung zu schützen. Auch läßt sich nicht wohl, um den Zweck der Conservirung vollständig erreichen zu können, jenes oben angebrachte Verhältniß des Zuckers zur Milch bedeutend schmälern. Trommer bemerkt, daß die Haltbarkeit einer nach seiner Vorschrift bereiteten condensirten Milch von der Art sei, daß es zur Aufbewahrung derselben gar nicht erst hermetisch verschlossener Gefäße bedürfe.

Von besonderer Wichtigkeit zur Erzielung eines schönen Präparates ist nach Trommer die Einhaltung einer gleichmäßigen Temperatur während des Eindampfens auf dem Wasserbade, namentlich darf hierbei die Temperatur nie über 86° C. steigen; den gehörigen Condensationsgrad der Milch erkennt man dadurch, daß die Milch von dem Rührspaten, wenn man diesen heraushebt, nicht mehr in dünnem Strahle abfließt oder in einzelnen Tropfen, sondern daß sie in größeren zusammenhängenden Massen abfällt. Nach Beendigung des Eindampfens füllt man die condensirte Milch sogleich in einfache Blechbüchsen, die mit gut schließenden Deckeln versehen sind, und am besten nicht weniger als 1 Pfd. und nicht mehr als 2 Pfd. zu fassen vermögen und bei denen das günstigste Verhältniß des Durchmessers zur Höhe wie 2½ zu 4 ist. Dabei ist noch zu erwähnen, daß dergleichen Büchsen und deren Deckel mit Soda-

lauge zuvor gehörig gereinigt werden müssen und daß sie kurz vor der Füllung einige Secunden lang einer starken Erhitzung auszusetzen sind, wobei jedoch das Zinn oder Loth derselben nicht schmelzen darf. Sind die Büchsen bis zum Rande mit der heißen condensirten Milch gefüllt, so bleiben sie bis zum vollständigen Erkalten (aber nur bis auf die gewöhnliche Temperatur von $17\frac{1}{2}$—20^{0} C.) ruhig stehen. Während dieser Zeit hat sich ihr Inhalt etwas zusammengezogen; dieser dadurch oberhalb der condensirte Milch entstandenen Raum wird nun mit einer heißen, concentrirten, geläuterten Zuckerflüssigkeit vollständig aufgefüllt, dann die Büche sogleich mit dem Deckel verschlossen, der zuvor recht passend gemacht werden muß und hierauf die Fuge zwischen Deckel und Büchse von außen, so weit sie nämlich sichtbar ist, mit einem Teig von Mehl und heißem Wasser zugestrichen. Dabei darf aber die Büchse niemals aus ihrer verticalen oder aufrechten Lage gebracht werden. Nach einiger Zeit wird dann noch außerdem ein einige Linien breiter Papierstreifen, der mit einem dicken Kleister zuvor bestrichen worden ist, rings um jene Fuge gelegt. Ist dieser Verband gehörig trocken geworden, so kann die Büchse in jegliche Lage gebracht werden. Damit aber der Deckel ohne besondere Kraftanstrengung abgehoben werden kann, thut man wohl, wenn man den äußeren Rand der Büchse, so weit als der Deckel über denselben überfaßt, mit reiner, frischer geschmolzener und wieder erkalteter Butter vor dem Verschließen bestreicht.

Die in der beschriebenen Weise eingefüllte condensirte Milch hält sich nach Trommer ganz vortrefflich und ist sie unter genauer Beachtung aller im Obigen mitgetheilten Vorsichtsmaßregeln bereitet, so bildet sie ein Fabrikat, das sich nicht allein in jedem Verhältniß mit kaltem oder warmem Wasser leicht mischen läßt, sondern damit eine Mischung bildet, die sich von einer frischen, zuvor aufgekochten, eventuell wieder erkalteten Milch durchaus in nichts Anderem, als durch ihren bedeutend süßeren Geschmack unterscheidet.

Fleisch.

Die Conservirung des Fleisches als Nahrungsmittel oder die Darstellung von haltbaren Präparaten aus Fleisch wird immer als eine Frage von außerordentlicher

Wichtigkeit erkannt, durch deren Lösung die Möglichkeit geboten wird, Fleischpräparate aus den heerdereichen Gegenden Südamerika's und Australiens zu billigen Preisen nach Europa zu senden, woselbst die außerordentliche Steigerung der Fleischpreise die allgemeine Verwendung dieses ausgezeichneten Nahrungsmittels mehr und mehr verhindert. Nach A. Ott*) waren auf der Wiener Weltausstellung aus Australien eingesandte Fleischpräparate verschiedener Art geprüft und als ganz vorzüglich befunden worden, namentlich gekochtes und ungekochtes Fleisch in Blechbüchsen, sowie auch gepökeltes in Fett verpacktes und geräuchertes Fleisch. Das gekochte Fleisch war nach der bekannten Appert'schen Methode conservirt, doch soll in einigen Etablissements in Australien die Appert'sche Methode insofern modificirt zur Ausführung kommen, als man die das Fleisch enthaltenden und nur mit einer kleinen Oeffnung versehenen Blechbüchsen statt in Wasser in einer Lösung von Chlorcalcium erhitzt, welche einen höheren Siedepunkt hat. Die Erhitzung in der Chlorcalciumlösung wird bis zu 125°—130° C. gesteigert und 4 Stunden lang unterhalten. Anderntheils werden nach einem neuen, auch in England adoptirten Verfahren nach Jones sämmtliche Büchsen durch Röhren mit einem Vacuum in Verbindung gesetzt. Auf den betreffenden Büchsen wird nämlich eine kleine Röhre angebracht und während die gefüllte Büchse im kochenden Wasser steht, wird die Röhre mit dem luftverdünnten Raume in Verbindung gesetzt. Man erzielt dadurch den großen Vortheil, daß man nicht nothwendig hat die Speisen einer so hohen Temperatur auszusetzen, in welchem Falle der Geschmack nach frischem Fleisch besser erhalten bleibt. — Das ungekochte Fleisch, welches ebenfalls von Australien in Büchsen verschlossen versendet wird, soll ganz den Geschmack von frischem Fleisch besitzen und ist daher ein ausgezeichnetes Präparat; seine Zubereitung geschieht nach einem von Manning erfundenem Verfahren, das zur Zeit noch geheim gehalten wird. — Das gepökelte Fleisch (cured meat) wird in einer Mischung von 1 Thl. Zucker und 2 Thln. Salz unter Zusatz von Kräutern gepökelt und dann behufs der Versendung und Conservirung in Kisten oder Fässer schichtenweise mit ge=

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 231.

schmolzenem Talg übergossen. In England haben sich diese verschiedenen aus Australien und Südamerika eingeführten Fleischsorten bereits eingebürgert. Während im Jahre 1866 nur 4 1/2 Tonne solchen Fleisches aus Australien nach England kamen, betrug die Fleischausfuhr aus Australien im Jahre 1871 gegen 11853 Tonnen und im Jahre 1872 schon 17518 Tonnen im Werthe von 22,267,500 Francs.

Stabsarzt Dr. O. Broxner*) in München empfiehlt folgendes von ihm erfundenes Verfahren zur Bereitung einer Fleischconserve für Armeegebrauch: 100 Gewichtstheile fertig gedünstetes Ochsenfleisch (entsprechend 250 Theilen rohen Fleisches) zerkleinert man mittels einer Fleischhackemaschine, befeuchtet das zerkleinerte Fleisch mit der Bratbrühe, welche vorher mit einer Lösung von 6 Gewichtsthln. Gelatine in etwas Essig verdünnt worden ist, salzt mäßig und mischt dazu innig, frisch aus 50 Thln. Mehl und ebenso viel Schmalz bereitetes noch heißes Einbrennmehl. Man erhält auf diese Weise eine dick-zähe, leicht knet- und formbare Masse, die sich ebenso leicht als Wurst stopfen, als in Tafelform ꝛc. bringen läßt, in Zeit von circa 2 Stunden erhärtet und sich vorzüglich gut hält. Man kann daraus mit Weißbrot in Zeit von 1/4 Stunde eine Suppe bereiten, die in Bezug auf ihren Wohlgeschmack nichts zu wünschen übrig läßt. Broxner macht darauf aufmerksam, daß das Einbrennmehl ein vorzügliches Conservirungsmittel ist.

Nach O. Leube**) erhält man ein besonders für Kranke und Reconvalescenten wegen seiner leichten Verdaulichkeit werthvolles Fleischpräparat, indem man 1000 Gramme von Fett und Knochen ganz freies Rindfleisch fein zerhackt, in einen Thon- oder Porzellantopf bringt und mit 1000 Cub.-Centim. Wasser und 20 Grammen reiner Salzsäure ansetzt. Das Porzellangefäß wird hierauf in einen Papin'schen Topf gestellt, dieser mit einem festschließenden Deckel zugedeckt und zunächst 10 bis 15 Stunden lang gekocht (während der ersten Stunden unter zeitweiligem Umrühren). Nach dieser Zeit nimmt man die

*) Bayerisches Industrie- u. Gewerbeblatt von 1873 S. 277; — Dingl. pol. Journ. Bd. 210 von 1873 S. 150.

**) Berl. klin. Wochenschrift von 1873 S. 195; — Chemisches Centralblatt v. 1873 S. 462.

Masse aus dem Topfe und zerreibt sie in einem Mörser, bis sie emulsionartig aussieht. Hierauf wird sie noch 15 bis 20 Stunden lang gekocht, ohne daß der Deckel des Papin'schen Topfes gelüftet wird, dann bis fast zur Neutralisation mit kohlensaurem Natron versetzt und endlich bis zur Breiconsistenz eingedampft.

Vielfach hat man das Liebig'sche Fleischextract als ein Nahrungsmittel von hohem Nährwerth betrachtet. Nach Dr. von Pettenkofer*) ist jedoch diese Annahme eine irrige. Pettenkofer weist darauf hin, daß in neuester Zeit Voit die gründlichsten, umfassendsten und weittragendsten Untersuchungen über Ernährung an Menschen und Thieren angestellt hat und daß derselbe einen Unterschied annimmt zwischen Nahrung, Nahrungsmittel, Nahrungsstoff und Genußmittel. Nahrungsstoff sei jede chemische Verbindung, welche irgend einen der wesentlichen stofflichen Bestandtheile unseres Körpers (Eiweiß, Fett, Salze u. s. w.) zu ersetzen vermöge. Reines Eiweiß, reines Fibrin, Fett, reine Stärke, Kochsalz, phosphorsaures Kali, phosphorsaurer Kalk rc. sind Nahrungsstoffe, Wasser ist ebenfalls ein Nahrungsstoff. Ein Nahrungsmittel ist ein natürliches Gemenge ans mehreren Nahrungsstoffen. So ist z. B. das Brot ein aus Eiweißkörpern, Stärke, Salzen und Wasser bestehendes Nahrungsmittel, aber noch keine Nahrung für uns, weil wir von Brot allein nicht leben können. Milch ist ebenfalls ein Gemenge von mehreren Nahrungsstoffen (für Neugeborene sogar eine Nahrung) und für Erwachsene nur Nahrungsmittel, nebenbei wohl auch Genußmittel. Genußmittel sind Stoffe, welche nicht nothwendig Material zum Aufbau unseres Körpers abgeben, aber doch sowohl für die Prozesse der Ernährung, als auch für andere organische Functionen wesentliche Dienste leisten. Nahrung endlich ist immer erst die Summe aller Nahrungsstoffe in den Nahrungsmitteln, sammt den Genußmitteln, welche alle zusammen nothwendig sind, um einen Körper auf einem gewissen normalen Stand zu erhalten. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, ist nun das Fleischextract, da es weder Eiweiß noch Leim, weder Fett noch

*) Annalen der Chemie und Pharmacie von 1873 Bd. 91 S. 271; — Dingl. pol. Journ. Bd. 209 von 1873 S. 378.

Fettbildner enthält, abgesehen von seinem hohen Gehalt an Nährsalzen, vorwaltend ein Genußmittel der hervorragendsten Art. Die Genußmittel aber sind wahre Menschenfreunde, sie helfen unserem Organismus über manche Schwierigkeit hinweg, man könnte sie mit der Anwendung der richtigen Schmiere bei Bewegungsmaschinen vergleichen; die Schmiere kann zwar nicht die Dampfkraft ersetzen und entbehrlich machen, verhilft ihr aber zu einer viel leichteren und regelmäßigeren Wirksamkeit und beugt überdies der Abnutzung der Maschine ganz wesentlich vor. Um letzteres thun zu können, ist bei der Wahl der Schmiermittel eine Bedingung unablässig: sie dürfen die Maschinentheile nicht angreifen, sie müssen, wie man sagt unschädlich sein. Und die letztere Bedingung erfüllt das Fleischextract in einem hervorragenden Grade. Es ist weder als eine Nahrung, noch als ein Nahrungsmittel zu betrachten, welches Zufuhr an Eiweiß, Fett oder Kohlehydraten zu ersparen vermöchte; man kann es nicht einmal als ein neues Genußmittel ansehen, denn Fleischbrühe ist ein uraltes, längst und viel gebrauchtes Mittel und seine guten Wirkungen sind aus tausendjähriger Erfahrung erkannt und erprobt. Es wird eine Zeit kommen, wo man es nicht anders wissen wird, als daß in jeder ordentlichen Küche ein Topf mit Fleischextract sein muß, gerade so wie jetzt Salz und Pfeffer.

Gelatine. Leim.

Zur Fabrication heller Gelatine verwendet man gewöhnlich nur bestes Rohmaterial, namentlich dünne Häute, Sehnen, Knorpeln, oder mit Salzsäure behandelte Knochen und erhält dann allerdings ein sehr schönes, aber auch ein verhältnißmäßig theures Fabrikat. F. Heuze*) hat versucht auch aus geringerem Rohstoff z. B. aus Füßen u. dgl. einen hellen Leim oder helle Gelatine zu bereiten. Nach der Angabe von Heuze werden solche Thierfüße, z. B. in einer Berliner Ochsenpfotenoelfabrik zur Leimbereitung benutzt, zu diesem Behufe von den festeren Beinknochen und Schuhen, welche zu Drechslerarbeiten Verwendung finden, befreit, hierauf gewaschen und mit noch anhaftenden Haaren in einem geschloßenen Gefäße gespannten Wasser-

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 207 von 1873 S. 506.

dämpfen bis 3 Atmosphären Druck ausgesetzt, worauf die Flüßigkeit nach etwa halbstündiger Ruhe abgelaßen wird. Die von dem überstehenden Fett getrennte, stark ammoniakhaltige Leimlösnng liefert colirt und im Wasserbade eingedickt einen sehr schlechten, braunen, fast schwarzen Leim, der nur in Papierfabriken und zur Appretur sehr dunkel gefärbter Zeuge Verwendung findet. Daß der so fabricirte Leim von solch' geringer Beschaffenheit ist, beruht nach Heuze darin, daß bei der mehrstündigen energischen Einwirkung des gespannten Dampfes auf die Thierfüße, nicht allein die Knorpelsubstanz in Leim umgewandelt wird, sondern daß sich auch die vorhandenen Haare mit lösen, und durch theilweise Zersetzung des Leims viel Ammoniaksalze entstehen. Diesem Uebelstande kann jedoch nach Heuze sehr leicht dadurch vorgebeugt werden, daß man die bei der Erhitzung der Füße mit Dampf entstehende Flüssigkeit nicht erst nach dreistündiger Einwirkung abläßt, sondern daß man diese Flüssigkeit in dem Verhältnisse, als sie sich bildet, von Stunde zu Stunde, also bei dreistündigem Erhitzen mit Dampf in drei Portionen abzieht und dadurch den entstandenen Leim der anhaltenden, zersetzenden Wirkung des Wasserdampfes entzieht. Versetzt man dann die abgezogene Leimlösung noch heiß mit einem Gemenge von frischer Holzkohle und 25 Procent Thierkohle, läßt über Nacht stehen, erwärmt am andern Morgen wieder bis zum Schmelzen der Gelatine, wozu etwa 20—25° C. erforderlich sind, colirt und dampft zur erforderlichen Dicke ein, so erhält man einen sehr hellen Leim, der selbst in dicken Schichten kaum weingelb gefärbt erscheint und betreffs seiner Klebekraft und Elasticität von ganz vorzüglicher Beschaffenheit ist. Hat man frische Füße, überhaupt frisches Material benutzt, so ist der nach diesem Verfahren gewonnene Leim ganz geruch- und geschmacklos und sogar als Zusatz zu Genußmitteln brauchbar. Zur Entfärbung der Leimlösung durch Kohle gebraucht man von dieser ungefähr 4 Procent des in der Lösung befindlichen Leims.

Um frisch bereitete Leimgallerte zu conserviren und rasch zu trocknen kann man nach Dr. H. Fleck*) in Dresden auf Grund der nachstehend mitgetheilten Thatsachen, praktisch sehr werthvolle Resultate erzielen: Versetzt man eine

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 201 von 1871 S. 364.

Leimlösung mit gewissen Salzen, namentlich mit schwefelsaurem Ammoniak, Bittersalz, unterschwefligsaurem Natron, Glaubersalz Zink-, Eisen-, Mangan-, Kupfervitriol, oder auch mit Alkohol, so scheidet sich der Leim aus seiner Auflösung ab und zwar ohne dadurch unlöslich zu werden, oder sich sonst zu verändern. Löst man z. B. schwefelsaures Ammoniak oder unterschwefligsaures Natron in möglichst wenig Wasser zu einer ganz concentrirten Lösung auf, schmilzt man gleichzeitig etwas Leimgallerte in einem Gefäße über Dampf oder warmem Wasser und gießt die Salzlösung hierauf in die geschmolzene Gallerte unter stetem Umrühren mit einem Stäbchen, so gerinnt der Leim sofort, sobald eine genügende Menge Salzlösung zugeführt ist, zu einer elastischen, in der Kälte gummiartigen Masse, welche in dieser geronnenen d. h. wasserarmen Form nicht mehr fault. Legt man diese ungesalzene Gallerte in reines Wasser, so quillt sie nach einigen Stunden wieder auf, ohne an Bindekraft irgend welche Einbuße erfahren zu haben. — Schmilzt man die ausgesalzene Masse, welche noch etwa 18 Proc. Feuchtigkeit enthielt mit frischer Leimgallerte von 80 – 90 Wassergehalt zusammen, so erhält man eine schwerfaulende, leicht lösliche, halbweiße Leimsorte, derjenigen gleich, welche von der Fabrik von Stalling in Pieschen bei Dresden als Tuchmacherleim fabricirt und verkauft wird und in welcher neben 2,5 Proc. schwefelsaurem Ammoniak noch 53,5 Proc. Wasser enthalten sind. Das salzhaltige Wasser, aus welchem der geronnene Leim genommen wurde, liefert, wenn man es verdampft, das Salz, welches man vorher gelöst hatte, in unverändeter Form. War der Leim oder die Leimgallerte durch Auskochen von Leimgut über freiem Feuer dargestellt worden, so daß sich, wie es gewöhnlich geschieht, ein Theil des Leims zersetzt und in Leimzucker verwandelt hatte, so geht dieser Leimzucker der die Bindekraft des Leims beeinträchtigt, in das Salzwasser. Daher kommt es, daß der Leim durch das Aussalzen an Bindekraft nicht nur Nichts verliert, sondern sogar gewinnt.

Verschafft man sich einen wasserdichten Holzkasten (Eisengefäße sind zu vermeiden) mit niederen Wandungen, bestreut man den Boden dieses Kastens mit einer etwa 1 Centimeter hohen Schicht von schwefelsaurem Ammoniak, oder Bittersalz, oder unterschwefligsaurem Natron, oder gestoßenem Glaubersalz, breitet darüber ein etwas feuchtes Leinentuch und legt

auf letzteres Leimgallertetafeln, wie man sie auf die Horden legt, überdeckt diese wieder mit feuchter Leinwand und streut darauf wieder eine Schicht desselben Salzes, das man auf den Boden des Kastens gestreut, so bemerkt man, nachdem der Kasten einige Stunden ruhig gestanden hat, daß sich etwas ganz concentrirte Salzlösung gebildet hat. Man stellt dann den Kasten etwas schief, bringt an der tiefer liegenden Stelle eine kleine Oeffnung in dem Boden oder in der Wand an und läßt aus dieser die entstandene Salzlösung abtröpfeln. Nach Verlauf von 12—18 Stunden hört dieses Abtropfen auf. Man entfernt hierauf die obere Leinwanddecke sammt darauf liegenden Salzresten und findet nun die Leimtafeln soweit entwässert, daß sie in der Sonnenwärme getrocknet werden können, ohne zu schmelzen oder zu faulen und daß dieses Austrocknen sehr schnell von Statten geht, selbst im Winter, wo die Tafeln auf luftigen Böden rasch die letzte Feuchtigkeit verlieren. In dieser Thatsache liegt die Möglichkeit der ganzjährigen Leimfabrikation ohne Anwendung von Trockenräumen oder Vacuumpfannen.

Verfolgt man diese bemerkenswerthen Versuche mit der Waage in der Hand, so resultiren folgende Zahlenwerthe: der ursprüngliche Wassergehalt der Leimgallerte variirt, je nachdem derselbe bei ihrer Darstellung mehr oder weniger verdampft wurde, zwischen 72—93 Proc.; der lufttrockene Leim enthält 12—15 Proc. Wasser, welche er erst bei 100° C. getrocknet völlig verliert. Es sind also durch das Trocknen der Leimgallerte 60—80 Proc. Wasser zu entfernen, um festen, harten Leim zu erhalten. Die Leimgallerte schmilzt je nach ihrem Wassergehalte bei 25—30° C.; erhält man sie längere Zeit in einer Temperatur von 20—25° C. so fängt sie an zu faulen; bei 0° gefriert sie und verliert an Bindekraft. Enthält die Leimgallerte nur noch 25 Proc. Wasser, so ist sie gummiartig, elastisch, fault nicht mehr, schmilzt erst bei 94°—100° C., und kann demnach ohne Gefahr in der Sonnenwärme getrocknet werden; sie gefriert erst bei —4° C., verliert aber beim Gefrieren nicht mehr an Bindekraft. Durch das oben beschriebene Aussalzen wird nun aber der Wassergehalt der Leimgallerte auf 25—30 Proc. selbst bis auf 18 Proc. herabgebracht und daher sofort die Leimgallerte in den günstigen widerstandsfähigen Zustand übergeführt. Die bei diesem Verfahren entstehenden Salzlösungen

braucht man nur einzudampfen um wieder das feste Salz zur neuen Manipulation zu gewinnen.

Als Mängel dieses Verfahrens bezeichnet Fleck, die Erscheinung, daß der Leim durch das Aussalzen an Durchsichtigkeit verliert und daß er 3—6 Proc. der Salze in sich aufnimmt. Das darin enthaltene Salz wird dann als Leim mit verkauft und bezahlt. Hierdurch wird zwar nur das äußere Ansehn des Leims geschädigt, indem der Salzgehalt die Bindekraft des Leims durchaus nicht schädigt oder vermindert, doch kömmt es darauf an, die Consumenten an solchen trüben Leim, für welchen Fleck die Benennung Kernleim vorschlägt erst zu gewöhnen.

Für manche Fälle, bei welchen Gegenstände durch Leim verbunden werden, würde es von großem Werthe sein, wenn es möglich wäre die geleimten Stellen unempfindlich gegen die Wirkung von kaltem oder heißem, selbst kochendem Wasser zu machen. Dies ist nun in der That auf sehr einfache Weise möglich und man erhält einen vollständig sogenannten wasserdichten Leim, wenn man den zum Gebrauche fertig gemachten, gekochten heißen Leim, unmittelbar bevor man ihn benutzt, mit einer kleinen Menge (so daß der Leim dadurch nicht merklich dünnflüssiger wird) einer concentrirten Lösung von doppelt chromsaurem Kali, welche im Dunkeln dargestellt und aufbewahrt worden (was durchaus nothwendig ist) vermischt und dann sofort das Leimen ausführt. Setzt man dann die so geleimten Gegenstände dem Lichte aus, so wird der Leim durch die Wirkung des chromsauren Kalis vollständig unangreifbar gegen Wasser und mit solchem Leim ganz überstrichene Flächen sind vollständig wasserdicht. Diese Umwandlung vollzieht sich übrigens auch, jedoch langsamer bei Abschluß des Lichtes. Von dieser praktisch sehr werthvollen Erfindung hat man einen besonders ausgedehnten Gebrauch gemacht, um Pergamentpapier zu leimen und namentlich künstliche Wurstdärme daraus anzufertigen, welche gegen die eingefüllte Masse dicht sind und selbst das Kochen in Wasser aushalten, ohne daß die geleimte Naht dieser Därme aufgeht oder aufplatzt. Zu diesem Behufe schneidet man die Pergamentpapierstreifen von der Länge und Breite, daß sie gerundet das gewünschte Wurstformat liefern, feuchtet die Streifen und legt sie glatt auf einander. Das Papier kann tagelang feucht liegen, ohne sich zu verändern. Vor dem Kleben breitet

man die Streifen so aus, daß jeder Streifen um 1—2 Centimenter unter dem nächsten hervorsteht. Dann werden die vorstehenden Flächen mit einer frisch bereiteten Gelatinelösung von Klebconsistenz, welche man mit drei Proc. feinst geriebenem doppelt chromsaurem Kali vermischt hat (auf 1 Liter Gelatine- oder Leimlösung von Klebconsistenz genügen 25—30 Gramme fein geriebenes rothes chromsaures Kali), bestrichen, der Rand wird übergebogen und mit einem Falzbeine fest aufgedrückt. Die so geleimten Streifen legt man auf Weidenborde, wobei sie rasch trocknen und setzt sie dem Licht aus, bis der gelbe Leim bräunlich wird, worauf man sie in einer hinreichenden Menge von Wasser auskocht, dem man 2—3 Proc. Alaun zugesetzt hat. Das langsame Kochen wird so lange fortgesetzt, bis alles chromsaure Kali ausgezogen ist (diese Operation muß genau ausgeführt werden, weil chromsaures Kali giftig wirkt); dann wäscht man in kaltem Wasser und trocknet. Die so erhaltenen Pergamentdärme reißen nicht an der Klebestelle, trennen sich in kochendem Wasser nicht auseinander und sehen — wenn farblose Gelatine genommen wurde — sehr appetitlich aus.

Nach Meisch soll man Leim von erhöhter Bindekraft erhalten, wenn man den Leim in Salpeteräther auflöst.

Nach E. Puscher soll man einen sehr guten flüssigen Leim erhalten, wenn man 3 Thle. Leim in 12—15 Thln. einer Zuckerkalklösung aufquellen läßt (die man bereitet durch Versetzen einer Lösung von 4 Thln. Meliszucker in 12 Thln. Wasser mit 1 Theil Kalkhydrat, Erwärmen auf 60—70° C., mehrtägiges Schütteln der Flüssigkeit, welche nachdem sie sich durch Stehen geklärt hat, vom ungelöst gebliebenen Kalk klar abgegossen und verwendet wird). Ist der Leim in der Zuckerkalklösung aufgequollen, so erwärmt man gelinde, wodurch flüssiger Leim entsteht, der auch beim Erkalten flüssig bleibt. Dieser flüssige Leim, soll nach Puscher die nämliche Bindekraft besitzen, wie gewöhnlicher Leim. Prof. Kick in Prag dagegen hat gefunden, daß solcher Leim nur noch etwa 3/8 der Bindekraft des gewöhnlichen Leims besitzt.

Ueber Haut und Leder siehe oben S. 317. f. f.

Nekrolog

für das Jahr 1873.

Louis Jean Rodolphe Agassiz, berühmter Naturforscher, starb am 14. December. Geboren am 28. Mai 1807 als Sohn des protestantischen Pfarrers in dem Dorfe Mattier zwischen den Seen von Neuchatel und Morat (nach andern Angaben zu Orbe im Waadtlande), besuchte A. nach einander des Gymnasium zu Biel und die Universitäten Zürich, Heidelberg und München, medicinischen und naturwissenschaftlichen Studien sich widmend. Im Jahre 1839 erschien sein Werk „Pisces etc. quos collegit et pingendo accedit Spix, descripsit Agassiz," eine mit 91 lithogr. Tafeln ausgestattete Beschreibung von 116 von Spix in Brasilien gesammelten Fischen. In demselben Jahre erschien auch die „Histoire naturelle des Poissons d'eau douce de l'Europe centrale," der 1840 eine in Verbindung mit Carl Vogt bearbeitete Embryologie der Salme folgte. Für die Paläontologie von größter Wichtigkeit ist das Prachtwerk „Recherches sur les Poissons fossiles", welches in der Zeit von 1833—43 erschien, und auf welches, nachdem A. England durchforscht, die „Monographie des Poissons fossiles du vieux grès rouge ou Système dévonien (Old-red-Sandstone)" 1844 folgte. Die Untersuchung der fossilen Fische führte ihn auf die der Echinodermen, über welche er die „Description des Echinodermes fossiles de la Suisse" und bald darauf die „Monographie des Echinodermes vivantes et fossiles" veröffentlichte. Von Wichtigkeit sind ferner seine Gletscherstudien, die er zuerst 1840 in den „Etudes sur les Glaciers" und 7 Jahre später in den „Recherches sur les Glaciers" veröffentlichte.

Seit 1838 bekleidete A. eine Professur der Naturgeschichte in Neuchatel, 1846 aber folgte er einem Rufe nach Nordamerika, zunächst um am Lewell Institute eine Reihe von Vorlesungen zu halten; 1847 wurde er dann Professor der Zoologie und Geologie an der Universität Cambridge, Massachusetts, 1851—53 Prof. der vergleichenden Anatomie an der medicinischen Hochschule in Charleston, worauf er wieder nach Cambridge zurückkehrte, und hier ein Museum für vergleichende Zoologie gründete. Von seinen zahlreichen Arbeiten sind besonders

die im J. 1854 erschienene, unter Mitwirkung von Max Pertz und A. Gould bearbeitete Zoologie générale et Esquisses générales de Zoologie etc." und 5 Bände „Contributions to the Natural History of the United States", welche 1857—62 erschienen, zu erwähnen. Zu bemerken ist, daß A. aus wissenschaftlichen Gründen die Sclaverei verfocht und bis an sein Lebensende ein Gegner der Evolutionstheorie blieb. „Es ist meine Ansicht," sagt er in seinen 1863 veröffentlichten Methodes of Study in Natural History", „daß die Naturforscher einem Phantom nachzogen in ihrem Bemühen, eine materielle Gradation unter den geschaffenen Wesen herauszufinden, durch welche die ganze thierische Welt in allmäliger Entwickelung auf einen einzigen oder auf einige wenige Keime zurückzuführen wäre."

Im Jahre 1865 sollte auch der lang gehegte Wunsch, Brasilien zu besuchen, in Erfüllung gehen. Ein Bostoner Kaufmann, Nathanael Thayer, trug die sämmtlichen Unkosten, und der Director der „Pacific Mail Steamship-Company", Allan M'Lane, stellte den Dampfer „Colorado" zur Verfügung, auf dem sich A. mit seiner Gattin und einer Anzahl von Gelehrten und Künstlern am 1 April 1865 in Newyork einschiffte. In Brasilien wetteiferten alle Schichten der Bevölkerung vom Kaiser an, ihm ihre Huldigung darzubringen und ihn auf jede Art und Weise zu unterstützen. In Begleitung des Ingenieur-Majors Coutinho, der kurz vorher von einer mehrjährigen Reise auf dem Amazonas und seinen Nebenströmen zurückgekehrt war, wurde nun der Amazonenstrom bereist. Wie Agassiz überhaupt vornehmlich durch seine ichthyologischen Arbeiten und durch seine Studien über die Eiszeit anregend gewirkt hat, so ließ er es sich auch hier angelegen sein, die Fischfauna des Amazonas genau zu erforschen und die Spuren alter Gletscher zu entdecken. Bei Pará und auf der 5½monatlichen Reise wurden im Amazonas nahe an 2000 Fischarten gesammelt. Während alle Flüsse Europas noch nicht 150 Arten haben, fanden sich in dem kaum 500 Quadrat-Meter Oberfläche haltenden Lago Hyanuary bei Manaos allein über 200 Arten. Merkwürdig ist, daß auch im Unterlaufe des Amazonas, von Tabatinga bis Pará, ganz verschiedene, begrenzte Fischfaunen existiren. Auch Spuren der Eiszeit fand man und A. zweifelt nicht, daß die ganze Ebene des Amazonas-Gebietes einst ebenso vom Gletschereise bedeckt war, wie das Land zwischen den Alpen und dem Jura. Die Ergebnisse dieser Reise sind von A., seiner Gattin und seinem Sohne in einer Reihe von Werken bearbeitet worden.

Im Herbst 1871 machte A. noch eine Forschungsreise an die Küsten des Pacific, wo er u. a. den nestbauenden Fisch entdeckte.

Eine seiner letzten Arbeiten war die Gründung einer Akademie für marine Zoologie; ein reicher Kaufmann, John Anderson in Newyork, schenkte dazu die Insel Penikese in der Buzzard-Bai und übergab noch eine Summe von 50000 Dollars als Gründungsfonds, C. W. Galloupe schenkte dem Institut eine Yacht von 80 Tonnen. Dort verlebte A. die beiden letzten Jahre.

Barker, Professor der Experimental-Physik am Royal College of Science for Ireland in Dublin, starb im September.

Joseph G. Beer, k. k. Rath, bis 1848 Geschäftsmann, seitdem ins Privatleben zurückgezogen botanischen Studien lebend, in einzelnen

Specialitäten dieser Wissenschaft Autorität, mehrmals Ausstellungs=commissar, so bei der Hamburger Gartenbau=Ausstellung und auch für die Wiener Weltausstellung, starb in Wien 14. März.

Ernst Born, Generaldirector der Emser Blei= und Silberwerke, welche, gegen 3000 Arbeiter beschäftigend, durch ihn zu hoher Blüthe gebracht wurden, starb auf der Rückreise von der Wiener Ausstellung 26. Juni in Prag.

Johann August Friedrich Breithaupt, berühmter Mineralog, geboren 18. Mai 1791 zu Probstzella im Saalfeld'schen, starb 22. September in Freiberg. Nachdem er auf dem Saalfelder Gymnasium seine Vorbildung erhalten, widmete er sich dem praktischen Bergbau, studirte hierauf 1809—1811 in Jena und ging alsdann nach Freiberg, wo er 1813 als Edelstein=Inspektor und Hilfslehrer an der Bergakademie angestellt wurde. Bei Abrah. Werners Tode (1817) übernahm er dessen Vorlesungen über Oryktognosie und wurde 1826 nach dem Abgange von Mohs als Professor dieser Disciplin angestellt. Von 1842—57 hielt er auch mineralogische Praktica mit den Studirenden der Bergakademie ab; 1850 und dann noch mehrfach trug er über Paragenesis der Mineralien vor. Nachdem er 1853 zum Bergrath, 1863 zum Oberbergrath ernannt worden, trat er 1866 in den Ruhestand. Im höchsten Alter erblindet, unterwarf er sich im Frühjahr 1873 noch einer Augenoperation; seitdem blieb er bis an sein Ende ans Krankenlager gefesselt. B. hat schon frühzeitig viele selbstständige Forschungen in der Mineralogie ausgeführt, die meisten Mineralien genau untersucht und eine große Anzahl neuer Species eingeführt. Von seinen literarischen Arbeiten sind die Fortsetzung des großen Hoffmann'schen „Handb. der Mineralogie", die Schrift „Ueber die Echtheit der Krystalle" (1816), die „Vollständ. Charakteristik des Mineralsystems" (1820), die „Uebersicht des Mineralsystems" (1830), das „Vollständ. Handbuch der Mineralogie" (1836—47, 3 Bde), die „Paragenesis der Mineralien" (1849) und außerdem noch zahlreiche Journalabhandlungen zu nennen. Um den sächsischen Kohlenbergbau machte er sich durch Gründung des Erzgebirg. Steinkohlen=Actien=Vereins verdient.

O. Burdin, Correspondent der mechanischen Section der Pariser Akademie, früher Ingénieuer-en-chef des mines, starb 12. Nov. in Clermont=Ferrand.

Crace Calvert, englischer Chemiker, starb am 24. October. C. machte seine Studien in Frankreich, war eine Zeitlang chemischer Assistent unter Chevreul an der Pariser Gobelinfabrik und machte sich nach seiner Zurückkunft nach England durch verschiedene Vorträge über Gegenstände der industriellen Chemie, die er vor der Society of Arts hielt, bekannt. In späterer Zeit hielt er vor derselben Gesellschaft Vorträge über angewandte Chemie, über die Synthese und Erzeugung organischer Substanzen, über Anilin und Kohlentheerfarben sowie andere Farbstoffe. Im Jahre 1864 siedelte er nach Manchester über, wo er bald Professor der Chemie am Royal Institution wurde; auch las er gleichzeitig an der dortigen medicinischen Schule.

F. Cattaneo, Professor der Mathematik und Rector der Universität Pavia, starb Ende Nov.

Jean Chacornac, bekannter französischer Astronom, starb am 6. September auf seiner Besitzung Ville Urbanne bei Lyon. Ch. wurde 21. Juni 1823 in Lyon geboren und widmete sich anfangs dem Handel; durch Valz, den Director der Marseiller Sternwarte, wurde er aber zur Astronomie geführt, der er sich ganz widmete, nachdem er am 15. Mai 1852 einen neuen Kometen entdeckt hatte. Auf dem Observatorium in Marseille entdeckte er am 20. September 1852 den Planeten Massalia (20), den de Gasparis in Neapel allerdings schon einen Tag früher aufgefunden, und am 6. April 1853 die Phocäa (25). Im Frühjahr 1854 siedelte er dann als Hilfsastronom auf das unter Leverriers Leitung stehende Pariser Observatorium über, wo er seinen „Atlas écliptique" construirte, der von 1854 bis 1863 in 36 Karten veröffentlicht wurde, und außerdem eine Anzahl kleiner Planeten entdeckte, nämlich Amphitrite (29) am 3. März 1854, Polyhymnia (33) am 28. October 1854, Circe (34) am 6. April 1855, Leda (38) am 12. Januar 1856, Lätitia (39) am 8 Febr. 1856 und Olympia oder Elpis (59) am 12. Sept. 1860. Im Jahre 1860 ging er auch zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsterniß nach Spanien. Seine Gesundheit war indessen angegriffen und im Juni 1863 verließ er die Pariser Sternwarte, um sich auf seine Besitzung bei Lyon zurückzuziehen, wo er sich noch eifrig mit Beobachtung der Sonne beschäftigte.

Temple Chevallier, geboren 19. October 1794, seit 1835 Professor der Mathematik und Astronomie an der Universität Durham, wo auch 1840 hauptsächlich durch seine Bemühungen der Bau einer Sternwarte zu staude kam, starb am 4. November zu Harrow Wield, wo er seit zwei Jahren lebte. Obwohl hauptsächlich seinem Lehrberufe lebend, hat Ch. doch auch mehrfach selbstständig wissenschaftliche Thätigkeit entwickelt namentlich hat er zuerst in Großbritannien regelmäßige Beobachtungen der Sonnenflecken eingeführt, und seine Methode ist auch später von Carrington, der eine Zeit lang Observator in Durham war, adoptirt worden.

Henry James Clark, Histolog und Mikroskopiker, durch viele Beiträge zu Agassiz' Schriften über die Naturgeschichte der Ver. Staaten bekannt, starb im August in Amherst.

James Henry Coffin, den 16. Sept. 1815 in Wiscasset, Maine, geboren, eine Zeit lang Professor am Williams-College, wo er den Bau des Graylock-Observatoriums auf dem Saddle-Mountain betrieb, seit 1846 Professor der Mathematik und Astronomie am Lafayette-College, auch Mitglied der National-Akademie der Wissenschaften, literarisch hauptsächlich durch sein 1851 von der Smithsonian Institution publicirtes Werk „Winds of the northern Hemisphere" bekannt, starb im 67 Altersjahre am 6. Februar.

Jean Jacques Marie Cyprien Victor Coste, berühmter Physiolog, geboren 10. Mai 1807 zu Castries (Hérault), im Anfange seiner wissenschaftlichen Laufbahn mit embryologischen Arbeiten beschäftigt, für welche Disciplin ihm ein besonderer Lehrstuhl am Collége de France errichtet wurde, später viel mit künstlicher Fischzucht beschäftigt, deren Einführung in Frankreich wesentlich sein Verdienst ist, seit 1851 Mitgliedeb der Pariser Akademie, starb am 19. September auf dem Schlosse Rézeulieu bei Gacé (Orne).

Johann Nepomuk Czermak, verdienstvoller Physiolog, namentlich auf den Gebieten der Laryngoskopie und Rhinoskophie, geb. 27. Juni 1828 in Prag, starb in der Nacht vom 16. zum 17. Septbr. in Leipzig. Nach vollendeten Studien in Prag, Wien, Breslau und Würzburg und längeren Reisen, habilitirte sich C. in Prag für Physiologie und Anatomie, ging dann 1855 als Professor nach Graz, 1856 nach Krakau, 1858 nach Pest und gründete an den beiden letztgenannten Orten physiologische Institute. 1860—65 lebte er in Prag als Privatgelehrter seinen Studien, wurde 1865 nach Jena berufen, wo er bis 1870 lehrte, um sich seitdem in Leipzig als Honorarprofessor niederzulassen. Hier erbaute er aus eigenen Mitteln ein physiologisches Laboratorium mit Hörsaal, welches er Anfang 1873 der Universität zur Mitbenutzung übergab.

Adolph Döhlemann, Professor für Brücken- und Tunnelbau und Vorstand der Ingenieur-Abtheilung der Polytechnischen Schule in München, geboren am 7. April 1832 zu Schwabach in Mittelfranken, auf der Lateinschule, dem Gymnasium und der Polytechnischen Schule in Nürnberg, der Ingenieurschule und Akademie der bildenden Künste in München gebildet, 1861—68 Professor an der Centrallandwirthschaftsschule in Weihenstephan, seitdem am Münchener Polytechnicum, starb 1. Juli. Neben seiner amtlichen Thätigkeit war D. auch literarisch thätig und besonders verdankt die Zeitschrift des Bayerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins seinen Bemühungen Entstehen und Aufschwung.

G. B. Donati, geboren in Pisa 1826, 1852—1860 Observator an der Sternwarte in Florenz und seit dem Tode Arnia's 1860 Director derselben, starb am 20. September bald nach seiner Rückkunft von Wien, wo er den Meteorologen-Congreß besucht hatte. In weiten Kreisen hat sich D. bekannt gemacht durch die Entdeckung des großen Kometen V von 1858, der seinen Namen trägt. Doch hat er auch ungleich wichtigere Arbeiten ausgeführt, als Kometenentdeckungen; es mögen nur seine 1860 begonnenen Untersuchungen über Sternspectra erwähnt werden. Nach Arnia's Tode war die Herstellung eines Observatoriums, das sowohl in astronomischer Hinsicht, als auch mit Rücksicht auf die Beobachtungen über Physik der Erde den heutigen Ansprüchen der Wissenschaft entspricht, seine Hauptsorge, und unter seiner Leitung wurde auch der Bau der neuen Sternwarte auf einem Hügel bei Arcetri in der Nähe von Florenz vollendet.

Pierre Frédéric Dorian, ein tüchtiger Ingenieur, geboren 24. Januar 1814, eine lange Zeit hindurch Hüttendirector und Maire zu Unieux, als Minister der öffentlichen Arbeiten Mitglied der französischen Regierung vom 4. September 1870 und in dieser Stellung eine außerordentliche Thätigkeit in der Fabrikation von Geschütz und anderem Kriegsmaterial entwickelnd, starb am 15. April nach kurzer Krankheit.

Baron Charles Dupin, französischer Mathematiker, starb 18. Januar in Paris. Geboren zu Varzy (Nièvre) 6. October 1781, erhielt D. seine Bildung auf der Pariser Polytechnischen Schule, wo er 1801 als der erste Zögling zugelassen wurde; von 1803 an half

er als Marineingenieur die Flotille von Boulogne bauen. Eine Zeit lang lebte er dann auf Korfu, das nach dem Tilsiter Frieden mit den übrigen Jonischen Inseln unter französische Herrschaft gekommen, und wirkte hier mit zur Gründung der Jonischen Akademie, an der er Physik und Mechanik lehrte. Nach einer längern Reise durch Italien im Jahre 1812 nach Frankreich zurückgekehrt, widmete er sich emsig wissenschaftlicher Thätigkeit und richtete eine Menge Memoires an die Akademie der Wissenschaften. Auch im Journal de l'École polytechnique erschienen viele Arbeiten von ihm und 1813 veröffentlichte er seine bedeutsamen Développements de Géométrie. Nach der Restauration bereiste er Großbritannien, Dokumente über See-, Kriegs- und Handelszustände sammelnd; nach der Rückkehr wurde er 1818 Mitglied der Akademie der Wissenschaften, 1819 Professor am Conservatoire des Arts et Métiers, 1824 nach einer zweiten Reise nach England zum Baron ernannt; 1832 nahm ihn die Akademie der politischen und moralischen Wissenschaften als Mitglied auf, dazwischen war er mehrfach politisch thätig und wurde 1837 Pair von Frankreich. Nach der Revolution von 1848 ging er in der Constituante wie in der Legislative mit der Majorität, nach der Confiscation der Orleans'schen Güter aber fiel er eine Zeit lang in Ungnade, doch wurde er später wieder, gleich seinem älteren, im Jahre 1865 als Generalprocurator verstorbenen Bruder, Mitglied des kaiserlichen Senates, in welchem er sich durch seine Reden für die weltliche Herrschaft des Papstes und gegen das protestantische Deutschland bemerklich machte. Von seinen zahlreichen Werken sind noch zu nennen: Voyages dans la Grande-Bretagne (1816—19), eine Schilderung der Vorzüge und Mängel der britischen Verwaltung, Géométrie et mécanique des arts et métiers et des beaux-arts (1825—27), Forces productives et commerciales de la France (1827).

B. F. Duppa, ein durch seine z. Th. in Verbindung mit Perkin und Frankland ausgeführten Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie bekannter Gelehrter, starb am 20. Nov.

Eichhorn, Kammergerichtsrath, bedeutender Mineralog, namentlich tüchtiger Edelsteinkenner, starb in Berlin Ende Nov.

Alexis P. Fedtschenko, russischer Reisender und Naturforscher, der sich durch die Entdeckung des Stschurowsky-Gletschers im Chanat von Chokand (1871) einen Namen gemacht hat, verunglückte am 14. September bei Besteigung des Col de Géant. Er war zu geologischen Forschungen, namentlich aber zur Vergleichung der Gletscher des Mont Blanc und des Col de Géant mit denen Chokands nach der Schweiz gekommen. Als er mit zwei Führern den Col de Géant bestieg, zwang ihn ein Schneesturm zur Umkehr, die Kräfte versagten ihm und er mußte, schon im Todeskampfe, von den Führern zurückgelassen werden.

Eugene Flachat, verdienstvoller französischer Civilingenieur, geboren 1802, starb in Paris 16. Juni. Er hat namentlich sehr viel zur Entwickelung des französischen Eisenbahnwesens und der Flußdampfschifffahrt beigetragen.

Colonel John Wells Foster, geboren 4. März 1815 zu

Petersham, Massachusetts, 1837 und 38 mit geologischen Aufnahmen am Ohio und 1849 mit Professor Whitney in den Kupferdistricten am Obern See thätig, zuletzt Präsident der Akademie der Wissenschaften zu Chicago, starb daselbst am 20 Juni. Bemerkenswerth ist seine physische Geographie des Mississippithales und ein Werk über die vorhistorische Bevölkerung der Vereinigten Staaten.

Georg, Ritter von Frauenfeld, erster Custus am k. k. Zoologischen Hofcabinet in Wien und Secretair der wiener zoologisch-botanischen Gesellschaft, starb in Wien am 4. October, 67 Jahre alt.

Thomas Garnier, Decan von Winchester, das älteste Mitglied der Linnean Society (seit 1798), starb im August.

Claude Gay, geboren 18. März 1800 zu Draguignan, bedeutender Botaniker, welcher Griechenland und Kleinasien, sowie 1828—42 Südamerika bereiste, seit 1856 Mitglied der Pariser Akademie, starb 29. November in Deffends (Var).

George Gibbs, amerikanischer Naturforscher und Ethnolog, geboren 9. Juli 1815 zu Sandwich auf Long Island, starb 9. April zu Newhaven.

Godard, der bekannte französische Aeronaut, starb 15. September, 71 Jahre alt.

Karl Heinrich Gräffe, geboren 1799 in Braunschweig, als Erfinder einer Methode zur Auflösung höherer numerischer Gleichungen (1837) bekannt, starb als Professor der Mathematik an der Universität Zürich am 2. Dec.

Moritz von Grünewaldt, geboren im März 1827 zu Koick in Estland, ein durch verschiedene paläontologische Arbeiten bekannter Gelehrter, starb im September in Riga.

Albany Hancock, berühmter Anatom und Biolog, namentlich durch seine Forschungen über die Mollusken verdient, geboren 24. December 1806 in Newcastle on Tyne, starb in London am 24 October.

Herrmann Hankel, geboren 24. Februar 1839 zu Halle, studirte in Leipzig und Göttingen, wo er 1861 durch seine Arbeit „Zur allgemeinen Theorie der Bewegung der Flüssigkeiten" den Preis der philosophischen Facultät gewann, habilitirte sich 1863 in Leipzig mit einer Arbeit über „die Euler'schen Integrale bei unbeschränkter Variabilität des Argumentes" für Mathematik, wurde im Frühjahr 1867 außerordentlicher Professor und ging im Herbst desselben Jahres als ordentlicher Professor der Mathematik nach Erlangen, Ostern 1869 nach Tübingen, wo er 19. August starb. Außer den genannten Arbeiten und verschiedenen Artikeln in wissenschaftlichen Journalen noch zu nennen seine Vorlesungen über die complexen Zahlen (Lpzg, 1867).

Christopher Hansteen, durch Forschungen über den Erdmagnetismus berühmter Physiker, starb am 15. April in Christiania. In dieser Stadt am 26. September 1784 geboren, bezog H., nachdem er die heimische Cathedralschule besucht, 1802 die Universität Kopenhagen, anfangs Rechtswissenschaft, bald aber Mathematik studirend, und wirkte dann seit 1806 am Gymnasium in Frederiksborg auf Seeland als Lehrer der Mathematik, gleichzeitig dem Studium des

Erdmagnetismus seine Aufmerksamkeit zuwendend. Durch eine Arbeit über diesen Gegenstand erwarb er den Preis der Kopenhagener Akademie, und 1814 wurde ihm eine Professur an der neugegründeten — damals noch dänischen — Universität Christiania übertragen. Im Jahre 1819 erschien sein großes, auf königliche Kosten gedrucktes Werk „Untersuchungen über den Magnetismus der Erde", welches u. a. den Erfolg hatte, daß seitdem die meisten Entdeckungsreisenden magnetische Beobachtungen nach H.'s Methode anstellten. H. selbst machte zu diesem Zwecke Reisen nach England, Frankreich, Norddeutschland und Finnland, und 1828—30 unternahm er in Begleitung von Erman und Due auf Kosten der norwegischen Regierung seine große Reise nach Sibirien, bis Kiachta und Irkutsk. Die Resultate dieser Reise sind z. Th. in verschiedenen Zeitschriften — unter andern die erste Karte der Isodynamen der ganzen Intensität im Norw. Magazin for Naturwidenskaberne für 1832 — sowie in Erman's „Reise um die Erde durch Nordasien und die beiden Oceane" (7 Bände, Berlin 1833—42) niedergelegt. Von H. selbst erschienen auch bald nach seiner Rückkehr „Reiseerinnerungen aus Sibirien" (Deutsch von Sebald, Leipzig 1854), sowie sein wichtigstes Werk: „Resultate magnetischer, astronomischer und meteorologischer Beobachtungen auf einer Reise nach Sibirien" (Christiania 1863). Im J. 1833 genehmigte der Storthing auf H.'s Betrieb die Erbauung einer Sternwarte in Christiania, in deren Park 1839 auch ein magnetisches Observatorium errichtet wurde. Übrigens beschränkte sich H.'s Thätigkeit nicht bloß auf die Universität, sondern er hielt auch noch an der Artillerie- und Ingenieurschule in Christiania Vorlesungen über angewandte Mathematik, leitete 1837 die trigonometrische Vermessung Norwegens, war bei der Regulirung des Maß- und Gewichtssystems thätig u. a. Seit 1861 von amtlicher Thätigkeit zurückgezogen, setzte er immer noch seine magnetischen Beobachtungen fort, bis die Schwäche des Alters ihn einige Jahre vor seinem Tode auch daran verhinderte.

Martinus Hoek, geboren 13. Decbr. 1834, von 1856 an Observator an der Sternwarte in Leiden, nachher Professor der Mathematik an der Universität Utrecht, starb in der Nacht vom 1. zum 2. September.

William Jameson, seit mehreren Jahren Professor der Chemie und Botanik an der Universität Quito, Ecuador, starb daselbst im Juni.

Ad. Jullien, bedeutender französischer Eisenbahningenieur, starb 4. März in Paris.

Gabriel von Kalar, Professor der Mathematik und Baukunst, starb 51 Jahre alt in Innsbruck Mitte Decembers.

Johann Jacob Kaup, Inspector des Naturaliencabinettes in Darmstadt, ein Zoolog, der von früher Jugend an bis zum vollendeten siebzigsten Lebensjahre mit beharrlichem Fleiße und seltenem vergleichenden Scharfsinn die ganze Thierwelt der eingehendsten Forschung unterworfen, nicht blos im Inlande, sondern fast noch mehr in England und Frankreich als tüchtiger Forscher anerkannt, starb in Darmstadt, 4. Juli. K. wurde zu Darmstadt 10. April 1803 geboren und besuchte nach Absolvirung der untern Schule bis zur Confirmation das dortige Pädagogium. Schon vor seiner Confir-

mation hatte er sich mit Eifer auf das Studium der Vögel und Säugethiere geworfen, welches er dann fortsetzte, hauptsächlich mit Benutzung der an naturwissenschaftlichen Prachtwerken reichen Darmstädter Hofbibliothek; seinen Lebensunterhalt erwarb er theilweise durch Schreibunterricht und durch Ausstopfen für das Naturaliencabinet. Im Herbst 1822 wanderte er nach Göttingen zu dem berühmten Blumenbach, ging aber schon nächste Ostern enttäuscht von dort fort nach Heidelberg. Als er auch hier keine Förderung seines zoologischen Wissens fand, machte er sich nach Leiden auf, wo er von Temminck, dem Director der dortigen naturhistorischen Museums, angestellt wurde und die Amphibien und Fische zugewiesen bekam. Mit Kenntnissen bereichert kehrte er in seine Vaterstadt zurück, wo er eine, anfangs sehr dürftige, Stellung am Naturaliencabinet erhielt.

Außer zahlreichen Arbeiten in der „Isis" ist aus seiner Jugendzeit die „Skizzirte Entwickelungsgeschichte der europäischen Thierwelt" (1829) bemerkenswerth, weil in diesem Buche lange vor Darwin schon der Gedanke einer Entwickelung höherer aus niederen Thiergattungen in einer Anzahl parallel laufender, vom Amphibium an durch die Vogelwelt bis zum Säugethier aufsteigenden, Reihen ins Einzelne ausgeführt ist. Später hat indessen Kaup diese Arbeit als eine Jugendsünde betrachtet und schon in seinem weitbekannten, reich-illustrirten „Thierreich" hat er auch in der Systematik andere Wege eingeschlagen. Von Wichtigkeit für die Arbeiten K.'s war der Umstand, daß im Darmstädter Museum sich viele Fossilien befanden, auch bei Eppelsheim in Rheinhessen eine neue Fundgrube für solche sich aufthat. Durch das Studium der Paläontologie kam K. dann mit Cuvier in Verbindung, der sich noch kurz vor seinem Tode erbot, alles, was K. zu seinen vergleichenden Forschungen nöthig haben würde, von Paris zu schicken. Die Resultate dieser Arbeiten, zum Theil schon früher veröffentlicht, erschienen gesammelt in dem Werke „Beiträge zur nähern Kenntniß der urweltlichen Säugethiere" (Darmstadt). Wiederholt wurde K. nach Paris, namentlich durch Charles Bonaparte, sowie nach England und Irland, z. B. durch Lord Enniskillen, eingeladen und längere Jahre hindurch hat er sich, wissenschaftlich thätig, mehrere Monate in Paris und London aufgehalten; die Thierwelt des Mittelmeeres studirte er während eines fast einvierteljährigen Aufenthaltes in Cette.

Carl Gotthelf Kind, berühmter Erdbohr-Ingenieur, starb 9. März. Geboren am 7. Juni 1801 im Dorfe Linde bei Freiberg im sächsischen Erzgebirge als Sohn eines Zimmersteigers der Grube „Himmelsfürst", war K. bereits im Alter von 13 Jahren als Bergarbeiter thätig und ging im Alter von zwanzig Jahren in die Gegend von Pegau, um auf Veranlassung der sächsischen Regierung Bohrversuche auf Steinsalz anzustellen, die indessen erfolglos blieben. Durch diese Arbeiten wurde K. dauernd dem Erdbohrfache zugeführt, welches ihm eine vollständige Neugestaltung verdankt. K. arbeitete nun zunächst 4 Jahre lang auf der Saline Stotternheim bei Erfurt, wo er zwei Bohrlöcher von 1190 und 1411 Fuß Tiefe anlegte, ging dann 1836 nach Luxemburg, um dort und in der Gegend von Andernach für die

Société nationale" Bohrversuche auf Salz anzustellen, die zwar erfolglos blieben, obwohl das Bohrloch von Cessingen bis in 535 Meter Tiefe getrieben wurde, aber zu mancherlei Erfindungen Anlaß gaben, unternahm dann weitere Bohrungen auf Salz an der Mosel und Sauer und erbohrte Ende 1844 in Mondorf, einem kleinen Dorfe an der Luxemburgisch-französischen Grenze, in 450 Meter Tiefe eine springende Soolquelle mit 701 Liter Ausflußquantum in der Minute; die Bohrung wurde dann noch bis in 713 Meter fortgesetzt, wobei der Kind'sche Freifallbohrapparat treffliche Dienste leistete. Es folgten nun die berühmten Tiefbohrungen nach Steinsalz auf der Braunschweig'schen Saline Schöningen, wo das eine Bohrloch (1847) 1819½ Fuß rhein. bei 6½ Zoll Weite, das andere (1853) 2013 F. Tiefe bei derselben Weite erreichte. Seit dem J. 1848 wendete K. auch sein verbessertes Bohrverfahren zum Abteufen von Schächten an, indem er zuerst bei Schöneken in der Gegend von Forbach einen Schacht von 26 Zoll (0,65 Meter) Durchmesser erbohrte und in acht Monaten in einer Tiefe von 269½ Meter auf Steinkohlen gelangte. Die Arbeiten auf Kohle wurden hier weiter fortgesetzt, die Bohrlöcher bis über 4 Meter Durchmesser getrieben. Die günstigen Erfolge veranlaßten eine belgische Gesellschaft, ähnliche Bohrungen nach Kind's System mit einer Verbesserung des belgischen Ingenieurs Chaudron, mit dem sich K. verband, bei Péronnes anzustellen, die ebenfalls gelangen. Eine äußerst wichtige Arbeit war die Erbohrung der Verlängerung des Saarbrücker Kohlenbassins auf damals französischem Gebiet bei l'Hospital im Moseldepartement, welche von K. und Chaudron binnen 30 Monaten (1858—62) mit einem Aufwande von 700000 Franken ausgeführt wurde, nachdem man bis 1858 über 21 Mill. Fr. vergeblich aufgewandt hatte. K.'s letzte große Arbeit ist die Bohrung des artesischen Brunnens in Passy bei Paris, der 1861 eine Tiefe von 586,5 Meter erreichte und stündlich 1300 Cubikmeter Wasser liefert. Kind's Bohrverfahren sind jetzt überall eingeführt und überall hat die Genialität seiner Erfindungen Anerkennung gefunden. Zahlreich waren die Auszeichnungen, die ihm von allen Seiten zu Theil wurden, so 1867 der große Preis der Pariser Weltausstellung. Seit 1868 lebte er, ganz von Geschäften zurückgezogen, auf seinem Gute, die „Goldene Brenne" genannt, zwischen Forbach und Saarbrücken am Fuße der Spicherer Höhen. Eine ausführliche Biographie mit Beschreibung der Kind'schen Bohrapparate giebt Rühlmann in Wirth's Gewerbskalender, Jahrg. 1871 (Weimar, B. F. Voigt).

Johann Heinrich Kronauer aus Winterthur, Professor der mechanischen Technologie am eidgenössischen Polytechnicum in Zürich, wurde am Abende des 23. Dec. mit zerschmettertem Schädel in seinem Zimmer im Polytechnicum angetroffen, ein Gewehr aus der technologischen Sammlung neben ihm. Er litt zeitweilig an düsterer Schwermuth.

Julius Kovács, Professor an der Universität und Director des botanischen Gartens in Pest, starb daselbst am 22. Juni im Alter von 56 Jahren.

Louis Le Chatelier, geboren 20. Februar 1815, französischer Ingenieur, der sich auf verschiedenen Gebieten, in Berg- und Hütten- wie im Eisenbahnwesen namhafte Verdienste erworben, starb am 10. Novbr.

Johannes Leunis, berühmter Naturforscher, starb als Domvicar und Professor am Gymnasium zu Hildesheim am 30. April. L. wurde am 2. Juni 1802 in Mahlerten, einem Dorfe in Nähe von Hildesheim geboren und war von seinem Vater, einem Landkrämer, ursprünglich zum Kaufmann bestimmt; erst spät kam er auf das Gymnasium Josephinum in Hildesheim, worauf er sich dem geistlichen und Lehrstande widmete und bald eine Professur an genannter Anstalt erhielt, die er 49 Jahre lang bekleidet hat. Die Naturgeschichte hatte damals noch keinen Platz an dieser Gelehrtenschule, als sie aber später als Unterrichtsgegenstand eingeführt und L. übertragen wurde, warf sich derselbe mit der ganzen zähen Kraft seiner niedersächsischen Natur auf dieses weite Gebiet. Eine Frucht seiner angestrengten Thätigkeit sind seine weitverbreiteten Lehrbücher, von denen namentlich sein „Analytischer Leitfaden für den ersten wissenschaftlichen Unterricht in der Naturgeschichte" (Zoologie von 1852—69 fünf, Botanik 1853—70 sechs und Mineralogie 1853—73 vier Auflagen) und seine „Schulnaturgeschichte" (Zoologie 1848—73 sieben, Botanik 1849—72 sieben, Oryktognosie und Geognosie 1851—70 vier Auflagen) nach dem Urtheile von Kennern mit einer wahrhaft genialen Oekonomie und eben so praktischer als scharfsinniger Anordnung des Stoffes gearbeitet sind. Sein Hauptwerk, „die Synopsis der drei Naturreiche" ist ein Werk von umfassender Vollständigkeit; der erste Theil, die Zoologie, erschien 1844 in erster, 1856—60 in zweiter Auflage, die Botanik 1848 und seit 1864 in zweiter Auflage, der dritte Theil endlich, welcher, von dem vor einigen Jahren verstorbenen Bergrath Adolf Römer in Clausthal bearbeitet, zuerst 1853 herausgegeben wurde, erscheint gegenwärtig in zweiter Auflage. Außerdem ist von seinen Schriften zu erwähnen der „Nomenclator zoologicus" (1866) und eine Monographie über die Schlangen (Schulprogramm 1869). Bis ins höchste Alter in voller Thätigkeit, wurde L. über der Correctur eines Druckbogens des zweiten Theiles seiner Synopsis der Botanik am Abend des 26. April von einem Schlagflusse getroffen, ohne wieder zu Bewußtsein zu kommen. Am Dome, in der Nähe des tausendjährigen Rosenstockes, fand er seine Ruhestätte.

Justus von Liebig, geboren am 13. Mai 1803 in Darmstadt, besuchte anfangs das Gymnasium seiner Vaterstadt, beschäftigte sich aber schon früh mit chemischen Studien und Versuchen, weshalb ihn der Vater 1818 in die Apotheke in Heppenheim in die Lehre gab. Dort blieb er aber nur 10 Monate, worauf er 1819—22 in Bonn und Erlangen studirte. Um tiefer in das Studium der Chemie einzudringen, die damals auf den deutschen Universitäten nur sehr mangelhaft vertreten war, ging er, durch ein Darmstädter Reisestipendium unterstützt, im Herbste 1822 nach Paris, wo damals die Koryphäen der Chemie, Gay-Lussac, Dulong, Thénard wirkten. Im Sommer 1823 brachte er seine erste chemische Arbeit, eine analytische Untersuchung über Howards fulminirende Silber- und Quecksilber-Verbin-

dung, in der Akademie zum Vortrage und wurde dadurch mit A. von Humboldt und den französischen Chemikern bekannt. Gay-Lussac nahm ihn nun in sein Laboratorium auf und ließ ihn an seinen Arbeiten theilnehmen. Schon 1824 wurde er auf Humboldt's Empfehlung außerordentlicher, 1826 ordentlicher Professor in Gießen, wo er 28 Jahre lang wirkte, das erste Musterlaboratorium errichtete und die kleine Universität zur chemischen Hochschule nicht blos für Deutschland, sondern auch für das Ausland, namentlich England, machte. Sein Landesherr erhob ihn 1845 in den erblichen Adelsstand. Erst 1852 folgte er einem Rufe des Königs Maximilian II. von Bayern an die Universität München, wo er am 18. April 1873 starb.

Eine der folgenreichsten Schöpfungen aus der früheren Periode von Liebigs Thätigkeit ist seine Methode der quantitativen Elementaranalyse organischer Verbindungen, die noch jetzt im allgemeinen Gebrauche ist. Die ersten Versuche in dieser Richtung wurden 1823 in Verein mit Gay-Lussac angestellt, 1832 war die Methode völlig ausgebildet, der zugehörige Apparat erfunden. Wie umständlich früher quantitative organische Elementaranalysen waren, sieht man u. a. daraus, daß Chevreul zu seinen Untersuchungen über die Zusammensetzung der Fette 12 Jahre brauchte, während mit der Liebig'schen Methode wohl kaum soviel Monate nöthig sein würden. — Für den bis dahin unerklärlichen Umstand, daß oft eine ganz gleiche procentische Zusammensetzung mit wesentlich verschiedenen physikalischen und chemischen Eigenschaften und umgekehrt eine ganz verschiedene Zusammensetzung, namentlich was den Kohlen- und Wasserstoffgehalt betrifft, mit gleichen Eigenschaften verbunden ist, gaben die Untersuchungen, welche L., meist in Verbindung mit seinem Freunde Wöhler in Göttingen, in den dreißiger Jahren ausführte und die darauf gegründete Radicaltheorie die gewünschte Aufklärung. Aus der Radicaltheorie haben sich unsere heutigen Vorstellungen über die Constitution der organischen Verbindungen entwickelt. Berzelius erkannte die Wichtigkeit der Liebig-Wöhler'schen Entdeckungen vollständig an. „Die von Ihnen entdeckten Thatsachen", schrieb er an die beiden Forscher, „geben zu solchen Betrachtungen Anlaß, daß man sie wohl als den Anfang eines neuen Tages in der organischen Chemie ansehen kann." Diese Arbeiten der beiden Freunde förderten aber nicht blos die chemische Theorie, sondern sie vervollkommneten auch die Untersuchungsmethode wesentlich. Von großer Wichtigkeit ist auch L.'s Abhandlung über die Constitution der organischen Säuern (1837), in welcher zuerst der Unterschied zwischen Aequivalent- und Atomgewicht bestimmt ausgesprochen wurde und die insofern die ersten Keime zu den Vorstellungen enthält, die unserer heutigen theoretischen Chemie zu Grunde liegen.

Seit Ende der dreißiger Jahre hat sich L. wenig mehr am Ausbau der theoretischen Chemie betheiligt, sondern seine Aufmerksamkeit mehr agricultur-chemischen Fragen zugewandt. Gerade diesen Arbeiten, durch welche er uns die Gesetze kennen lehrte, die der Ernährung des Thieres und der Pflanze zu Grunde liegen, haben seinen Weltruhm begründet. Vor L. glaubte man allgemein, daß der Kohlenstoff in

den Pflanzen aus dem Boden, besonders aus dem Humus stamme. In seinen Werken „die org. Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur“ (1840) und „die Thierchemie“ (1842) zeigte aber L., daß die Kohlensäure der atmosphärischen Luft die Quelle des Kohlenstoffs, das Ammoniak die Quelle des Stickstoffes in den Pflanzen sei; daß die Pflanze fertig gebildete organische Stoffe nicht aufzunehmen fähig sei, daß vielmehr ihr Leben gerade in dem Aufbau dieser Verbindungen aus dem unorganischen Material bestehe, während umgekehrt das Leben der Thiere auf einem Oxydationsvorgange beruhe, durch den die von der Pflanze aufgebauten complicirten Gebilde wieder zerstört und schließlich in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak übergeführt werden. Auf diese Weise faßte L. zuerst in klarer Weise den naturgesetzlichen Zusammenhang des thierischen und pflanzlichen Lebens und den ewigen Kreislauf des Stoffes durch die belebte Natur auf. L. machte ferner auf die Wichtigkeit des phosphorsauren Kalkes, der Kalisalze ꝛc. für das thierische und pflanzliche Leben aufmerksam und erinnerte daran, daß diese Salze, soweit wir sie in der Pflanze finden, nothwendig dem Boden entstammen müssen, daß daher der Inbegriff der Fruchtbarkeit des Bodens in seinem Gehalt an diesen Salzen liege, daß demnach den Feldern die durch die Ernte entzogenen Salze wieder zugeführt werden müssen, wenn nicht eine Erschöpfung eintreten soll. Diese Sätze, welche die Grundzüge der sogenannten Mineraltheorie enthalten, bahnten eine neue Aera der Landwirthschaft an; durch ihre rationelle Anwendung ist beispielsweise im Königreiche Sachsen der Bodenertrag in den letzten 20 Jahren um ⅓ gewachsen. Durch seine weiteren Untersuchungen über die thierische Ernährung hat L. gleichfalls nicht blos die Wissenschaft bereichert, sondern auch der Praxis genützt. Er hat überhaupt durch seine Untersuchungen über die Lebensvorgänge eine neue Wissenschaft, die physiologische Chemie, ins Leben gerufen. Auch in stilistischer Hinsicht sind die erwähnten Schriften Liebig's sowie seine zuerst in der Augsburger Allg. Ztg. veröffentlichten „Chemischen Briefe“ mustergiltig. In früheren Jahren hat er sich auch mit Glück in satyrischen Darstellungen versucht. Seine Arbeiten sind meist in den von ihm und Wöhler herausgegebenen „Annalen der Chemie und Pharmacie“ veröffentlicht; seine letzte Arbeit handelt „Ueber Gährung und den Ursprung der Muskelkraft“, er tritt darin den Pasteur'schen Ansichten entgegen.

David Livingstone, geboren 1817 in Blantyre bei Glasgow, durch seine Entdeckungsreisen im südlichen Africa (seit 1840) berühmter Missionär, der erste Europäer, welcher den africanischen Continent von der Angolaküste aus nach dem Mündungsgebiet des Zambesi durchwanderte, starb auf einer großen, im Jahre 1866 unternommenen Reise ins Innere am 15. August östlich vom See Bembo.

Wilhelm Lühder, welcher mit Dr. Anton Reichenow aus Charlottenburg und Reinhold Buchholz aus Greifswald zusammen im Frühjahre 1872 eine Reise in das tropische Westafrica unternahm, um besonders die dortige Fauna zu studiren, starb 12. März zu Cameruns am Wechselfieber. L. ist aus Greifswald gebürtig, studirte auf der dortigen Universität und bereitete sich durch gründliche zoolo-

gische und vergleichend anatomische Studien für die africanische Reise vor. Im J. 1871 erwarb er die philosophische Doctorwürde mit einer (in Cabanis Journal für Ornithologie abgedruckten) Arbeit über das Brustbein und den Schultergürtel der Vögel.

G. A. Maack, Professor der Zoologie und Paläontologie in Cambridge, Massachussetts, früher als Assistent des Prof. Burmeister aus Halle längere Zeit in Argentinien, zuletzt Mitglied (Geolog) der Expedition zur Untersuchung des Isthmus von Darien unter Commander Selfridge, ein geborner Hannoveraner, starb im 33. Altersjahre am 6. August, ein thätiger Gehilfe von Agassiz.

Matthew Fontaine Maury der berühmte amerikanische Hydrograph, starb am 1. Februar in Lexington, Virginia. M. wurde am 24. Februar 1806 in Spottsylvania County, Virginia, von Eltern französischen Ursprungs geboren, die bald nachher nach Tennessee zogen, wo M. seine Erziehung erhielt. Im Alter von 19 Jahren trat er 1825 als Midshipman in die Marine und machte vier Jahr lang die Erdumseglung auf dem „Vincennes" mit, während welcher er seinen Treatise on Navigation begann, wurde 1836 Lieutnant und Astronom einer Entdeckungsreise, mußte aber 1839 in Folge eines Unfalls, der ihm den einen Arm lähmte, den praktischen Dienst verlassen, worauf er in Washington an die Spitze des Depots der Karten und Instrumente trat, aus welchem die Marinesternwarte und das Hydrographische Amt der Ver. St. hervorgegangen sind. Schon während der Erdumsegelung des „Vincennes" hatte er den Strömungen und Winden seine Aufmerksamkeit zugewendet und deren Wichtigkeit für die Ermittelung kürzerer Schiffscurse erkannt. An der Spitze des hydrographischen Amtes verfolgte er diese Studien weiter und trug nach dem zu seiner Verfügung stehenden Logbüchern die wechselnden Strömungen und Windrichtungen in Karten ein; da aber das zu Grunde liegende Material zu dürftig war, so legte er 1842 der Admiralität einen Plan zu Musterlogbüchern vor, in welche die Führer der Kriegs- und Handelsschiffe ihre meteorologischen und hydrographischen Beobachtungen einzeichnen sollten. Der Vorschlag wurde angenommen und in 8 oder 9 Jahren hatte Maury 200 Manuskriptbände voll Beobachtungen zu seiner Verfügung, von denen jeder gegen 2500 Beobachtungstage umfaßte. Da sich bei der Bearbeitung und kartographischen Verwendung dieser Beobachtung eine möglichst allseitige Betheiligung als wünschenswerth herausstellte, wenn man praktisch brauchbare Resultate erlangen wollte, so betrieb M. mit Eifer eine allgemeine Conferenz von Meteorologen aller seefahrenden Nationen, die auch 1853 in Brüssel zu Stande kam und von Amerika, England, Dänemark, Norwegen, Schweden, Frankreich, Rußland, Portugal, Belgien und Holland beschickt wurde. Hier wurde eine gleichmäßige Form der Aufzeichnung aller für die Seefahrt wichtigen hydrographischen und meteorologischen Momente verabredet. Eine wichtige Folge des Congresses war die Gründung des hydrographischen Amtes in London, denen später die nautisch-meteorologischen Institute in Utrecht und Paris und (1868) die deutsche Seewarte in Hamburg folgte. Die Wohlthaten, welche M. durch sein

System des Segelns in größtem Kreise, sowie durch seine Wind- und Stromkarten den seefahrenden Nationen erwiesen hat, lassen sich kaum zu hoch anschlagen. In den weitesten Kreisen bekannt und in verschiedene Sprachen übersetzt wurde auch seine „Physical Geographie of the Sea“, die zuerst 1856 in London erschien, ein Buch, welches den hydrographischen Forschungen einen neuen Antrieb gab. Beim Ausbruche des amerikanischen Secessionskrieges trat M. auf Seite seines Geburtsstaates und verließ am 19. April 1861 seine Stellung in Washington, um zunächst nach England zu gehen. Dann schloß er sich dem Kaiser Maximilian an, der ihn zum Chef des Einwanderungswesens in Mexiko ernannte. In dieser Stellung suchte er u. a. auch die Anpflanzung von Chinchonabäumen in Mexiko zu fördern. Nach Maximilians Tode wandte er sich wieder in sein Vaterland und bekleidete während seiner letzten Lebensjahre die Stelle eines Professors am Collegium in Lexington. Er hat sehr werthvolle Statistiken über die Hilfsquellen Virginiens veröffentlicht und durch öffentliche Reden in verschiedenen Staaten der Union ein System meteorologischer Berichterstattung zu Gunsten der Farmer und Matrosen empfohlen.

Sir Robert M'Clure, englischer Viceadmiral, der in den Jahren 1850—54 die Mannschaft des „Investigator“ zu Schiff und zu Schlitten vom Stillen Ocean über Bank's Land und die Melville-Insel nach dem Atlantischen Ocean führte und so die Nordwest-Passage entdeckte, starb am 18. October in Portsmouth. Er war 28. Januar 1807 zu Wexford in Irland geboren, erhielt seinen Unterricht in Winchester und Sandhurst, sowie später in Frankreich, schloß sich 1836 der Nordpolexpedition des Cap. Block und 1849 der Fahrt von Sir J. Roß zur Aufsuchung Franklin's an. Für die Auffindung der Nordwestpassage erhielt er die Ritterwürde und eine Belohnung von 5000 Pfd. St.

Jacob Melson, norwegischer Schiffscapitän, ein erprobter Eismeerfahrer, starb im März 1873 an Bord des Schiffes „Grönland“, mit welchem er den auf Spitzbergen überwinternden Norwegern hatte Hilfe bringen sollen.

John Stuart Mill, geboren am 20. Mai 1806 in London, gestorben 8. Mai 1873 in Avignon, berühmter philosophischer und nationalökonomischer Schriftsteller, ist hier zu erwähnen wegen seines „System of logic, ratiocinative and inductive“ (2 Bde., 1843), von dem Liebig sagte, daß er einen Theil seiner Untersuchungen und Erfolge den darin niedergelegten Mitteln verdanke.

Benoît Morel, 1809 in Wien von französischen Eltern geboren, berühmter Irrenarzt und Vorstand der Irrenanstalt von Saint Yon, starb 28. März.

Carl Emil Mundt, Professor der Mathematik und Astronomie in Kopenhagen, starb daselbst, 71 Jahre alt, am 21. December.

Carl Friedrich Naumann, der berühmte Mineralog und Geolog, starb am Abende des 26. November in Dresden. In dieser Stadt als ältester Sohn des 1801 verstorbenen chursächsischen Obercapelldirectors Joh. Gottlieb N. am 30. Mai 1797 geboren, besuchte N. zuerst die Fürstenschule zu Pforta, studirte dann 1816 unter

Werner in Freiberg, nach Werner's Tode in Leipzig und Jena, wo er die philosophische Doctorwürde erlangte, ging hierauf wieder an die Freiberger Bergakademie, um besonders Mohs zu hören, machte 1821—22 eine wissenschaftliche Reise nach Norwegen und habilitirte sich nach seiner Rückkehr 1823 in Jena und 1824 in Leipzig, wurde aber schon nach 2 Jahren an Mohs' Stelle als Professor der Krystallographie an die Freiberger Akademie berufen, wo ihm 1835 nach Kühn's Tode auch die Professur der Geognosie und in Verbindung mit Cotta die Bearbeitung der geognostischen Karte von Sachsen übertragen wurde. Im August 1842 siedelte er an die Universität Leipzig über, wo er bis zum October 1870 thätig war. Seitdem lebte er im Ruhestand in seiner Vaterstadt Dresden, bis an sein Lebensende wissenschaftlich thätig. N. hat nicht nur durch seine geistvollen und anregenden Vorträge in Freiberg und Leipzig viel zur Verbreitung mineralogischer und geologischer Kenntnisse beigetragen, namentlich auch Studirende anderer Fächer in die physische Geographie eingeführt, sondern er hat auch in Krystallographie, Mineralogie und Geognosie durch seine Arbeiten die Wissenschaft wesentlich gefördert. Von seinen Schriften sind zu nennen das „Lehrbuch der reinen und angew. Krystallographie." 2 Bde. Lpzg. 1830), die „Anfangsgründe der Krystallographie" (Dresden 1840, 3. Aufl. 1854), die „Elemente der Mineralogie" (Lpzg. 1846 9. Aufl. 1874), die „Beiträge zur Kenntniß Norwegens" 2 Bde. (Lpzg. 1824), das Lehrbuch der Geognosie" 2 Bde. (Lpzg. 1850—53, 2. Aufl. von 1858 an, unvollendet), welches allgemein als die vollständigste, mit der umsichtigsten Kritik abgefaßte Darstellung der Lehren dieser Wissenschaft anerkannt ist.

Auguste Nélaton, der berühmte französische Chirurg, starb am 21. September Vorm. in Paris. N. war 18. Juni 1807 geboren, ein Schüler Dupuytren's † 1835), seit 1851 Professor der chirurgischen Klinik in Paris, 1866 Leibarzt Napoleons III., 1868 Senator.

Joseph Barcley Pentland, geboren 1797 in Irland, ein Schüler Cuviers, der während seines Aufenthaltes in Peru und Bolivia viele Höhenmessungen in den Anden ausgeführt hat, seit 1845 meist in Rom lebend, starb 12. Juli in London.

August Emil Ritter von Reuß, verdienstvoller Paläontolog, starb als Professor der Mineralogie und Mitglied der k. k. Akademie in Wien am 26. November. R. wurde am 8. Juli 1811 in Prag geboren und nahm von 1834—49 die Stelle als Brunnenarzt und Physicus in Bilin ein, die früher sein, auch als Mineralog bekannter Vater inne gehabt hatte. In diese Zeit schon fallen zahlreiche Arbeiten über die böhmische Kreideformation. Von 1849 an bekleidete er die Professur der Mineralogie an der Prager Universität und am dortigen Polytechnicum, und siedelte dann 1865 nach Wien über.

Auguste de la Rive, der berühmte Genfer Physiker, starb am 27. Nov. in Marseille, als er nach Cannes reiste, um sich von einem Schlaganfall zu erholen. Geboren am 9. October 1801, wurde er schon früh von seinem Vater, einem Arzte, in das Studium der Elektrodynamik eingeführt. Er bekleidete dann das Lehramt der

Physik an der Akademie seiner Vaterstadt, aus welcher Stellung ihn die demokratische Umwälzung im October und December 1830 vertrieb. Nach längerem Aufenthalte im Auslande, namentlich in England, kehrte er 1834 nach Genf zurück und leitete bis 1841 die Herausgabe der Bibliothèque universelle de Génève. Um diese Zeit nahm er auch seine Versuche über die Elektricität, namentlich über die Galvanoplastik u. A. wieder auf. Im Besitz eines beträchtlichen Vermögens konnte er sich ganz der Wissenschaft widmen. Seine Arbeiten, meist aus dem Gebiete der Electricitätslehre und ihrer Anwendungen, sind zahlreich; unter seinen selbstständigen Werken nennen wir nur den Traité d'électricité théorique et appliquée (Paris 1854—58, 3 Vol.).

D. Romanow, russischer Oberst, Erbauer des Amurtelegraphen, erschoß sich eines Unterleibsleidens halber auf dem Marsche nach Chiwa, 45 Jahre alt.

Sir Francis Ronalds, geboren in London am 21. Februar 1788, von 1857 bis 1872 Director der Sternwarte in Kew Garden, bekannt durch den Vorschlag, den er 1816 der englischen Admiralität machte, zwischen den St. Jamespalaste in London und Brighton, wo der Regent sich aufhielt, einen elektrischen Telegraphen (mit Reibungselectricität) herzustellen, starb, über 85 Jahre alt, in London im August.

August Röse, ein geachteter Naturforscher, der namentlich auf dem Gebiete der Moose als eine Autorität galt, langjähriger Lehrer an der Erziehungsanstalt Schnepfenthal, starb daselbst am 24. September.

Gustav Rose, berühmter Mineralog und Krystallograph, geboren 28. März 1798 in Berlin, starb daselbst am 15. Juli. Nachdem er als 17jähriger Jüngling den Zug nach Frankreich bis Orleans mitgemacht, widmete er sich 1816 in Schlesien der praktischen bergmännischen Thätigkeit; eine Lungenentzündung nöthigte ihn aber, davon zurückzutreten und sich dem theoretischen Studium der Mineralogie und Chemie zu widmen, 1820 promovirte er in Berlin, ging dann 1821 nach Stockholm zu Berzelius, wurde 1822 Custos des Berliner Mineraliencabinettes, 1826 außerordentlicher, und 1839 ordentlicher Professor der Mineralogie. 1829 war er mit Ehrenberg Humboldt's Begleiter auf dessen sibirischer Reise, die er in dem Werke: „Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere" nach mineralogisch-geognostischer Seite beschrieben hat. Außer zahlreichen Abhandlungen in Poggend. Annalen u. a Zeitschriften sind zu nennen seine „Elemente der Krystallographie" (Berlin 1830), seine Abhandlung „über das Krystallisationssystem des Quarzes" (Berlin 1846) und „das krystall-chemische Mineralsystem" (Leipzig, 1852): unter den in den Schriften der Berliner Akademie veröffentlichten Arbeiten sind besonders die Untersuchungen „über die heteromorphen Zustände der kohlensauern Kalkerde" hervorzuheben. R. war (seit 1834) Mitglied der Berliner Akademie, Mitglied des Curatoriums der dortigen Bergakademie und Geh. Regierungsrath.

John Lewis Russel, ein namentlich um die Kryptogamen-

kunde Neuenglands verdienter Botaniker, Gründer und langjähriger Vorsitzender der Essex County Natural History Society, welche später ein Theil des Essex Institute wurde, starb am 7. Juni 65 Jahr alt in Salem, Ver. St.

Caterina Fabri-Scarpellini, die Nichte des 1840 verstorbenen Astronomen Scarpellini, bei dessen Lebzeiten seine Gehilfin und nach seinem Tode Leiterin des von ihm auf dem Capitol in Rom gegründeten Observatoriums, starb 29. November im Alter von 65 Jahren.

Georg Scheutz, schwedischer Auditor, der Erfinder einer Rechenmaschine (vergl. Jahrg. I. dieses Jahrb. S. 180) starb am 24. Mai in Stockholm.

J. R. Schiner, Sectionsrath im österr. Finanzministerium, als Dipterolog bekannt, starb zu Weidling bei Wien am 7. Juli im Alter von 60 Jahren.

Franz Ferdinand Schulze, geb. 17. Januar 1815 zu Naumburg, anfangs in Leipzig und Berlin zoologischen Studien sich widmend; dann unter Mitscherlich Assistent am chemischen Laboratorium der Berliner Universität, seit 1837 Lehrer der Physik und Chemie an der staats- und landwirthschaftlichen Schule Eldena und Privatdocent für Chemie und Technologie in Greifswald, 1850 Prof. der Chemie in Rostock, starb daselbst 14. April. S. hat sich vielfach um Hebung der Landwirthschaft verdient gemacht; sein Hauptwerk ist sein „Lehrb. der Chemie für Landwirthe" (unorg. Chemie Leipzig 1846, org. 1853 und in zweiter Aufl. 1860).

Caspar Gottfried Ludwig Schweizer, geb. 10 Februar 1816 zu Wyla im Canton Zürich, starb 6. Juli nach langer Krankheit als russ. Staatsrath und Director der Sternwarte in Moskau. Nachdem er 1839 in Königsberg unter Bessel und 1841 und 1842 unter Struve in Pulkowa seine astronomischen Studien gemacht, übernahm er die Leitung eines wissenschaftlichen Institutes in Moskau, bis ihm 1857 die Direction der dortigen Sternwarte übertragen wurde. Er hat u. a. 4 Kometen entdeckt (1847 IV, 1849 III, 1853 II, 1855 I.).

Adam Sedgwick, berühmter englischer Geolog, geboren im Juni 1784 zu Dent in Yorkshire, starb Ende Januar in Cambridge. Nachdem er in Sedbergh die Schule besucht, studirte er in Cambridge Naturwissenschaften, wurde 1809 Fellow und 1817 Professor an der dortigen Hochschule. Die wichtigsten Arbeiten S.'s, in Verbindung mit Murchison unternommen, den er in die Geologie einführte, beziehen sich auf die unter der Kohlenformation liegenden Sediment-Gesteine, die von den beiden Freunden die Namen Cambrische, Silurische und Devonische Schichten erhielten und von ihnen nicht nur in England, sondern auch auf dem Continente nachgewiesen und studirt wurden. Zweimal war er Präsident der Britischen Geologischen Gesellschaft und 1851 erhielt er für seine Erforschung der geologischen Beschaffenheit der Britischen Inseln, der Alpen und des Rheinlandes von dieser Gesellschaft die Wollaston-Medaille. Große Verdienste erwarb er sich auch um Belebung der naturwissenschaftlichen Studien

an der Universität Cambridge und um Vermehrung der Sammlungen derselben. Außer dem in Verbindung mit Murchison 1839 veröffentlichten Werke „The Silurian System“, den „Britisch Palaeozoic Rocks and Fossils“, 1851—55 (in Verbindung mit M'Coy) und dem „Discourse on the Studies of the University of Cambridge“ sind zahlreiche Arbeiten in den Schriften der Geologischen Gesellschaft von ihm vorhanden. Im April 1871 gab er seinen Lehrstuhl auf, folgte aber noch immer regen Geistes den Fortschritten seiner Wissenschaft.

Peter John de Smet, Jesuitenpater, der von seinen Reisen namhafte naturhistorische Sammlungen mitbrachte, die von verschiedenen Museen erworben wurden, starb 23. Mai zu St. Louis.

William S. Sullivant, bedeutender Botaniker, geboren im J. 1803 bei Columbus in Ohio, starb 30. April in diesem Orte. S.'s Studien bezogen sich vorzugsweise auf die Moose; er beschrieb zuerst die Moose der Alleghanis, später auch die auf der Wilke'schen Expedition gesammelten (1859) und in seinem Hauptwerke „Icones Museorum“ die bis dahin noch nicht beschriebenen des östlichen Nordamerika.

Emil von Sydow, verdienstvoller Kartograph, preuß. Oberst und Abtheilungschef im Neben-Etat des großen Generalstabs, geboren 15. Juli 1812 zu Freiburg in Sachsen, starb 13. October in Berlin.

Sivert Tobiesen, durch seine arktischen Entdeckungsfahrten bekannter norwegischer Schiffscapitän, starb am 29. April am Schlusse einer Überwinterung an der Küste von Nowaja Semlja bei den Bucknligen Inseln.

John Torrey, seit Darlington's Tode der Nestor der Amerikanischen Botaniker, nachdem das zur Familie der Taxaceen gehörige Geschlecht Toreya in Nordameikra und Nordostasien genannt ist, starb am 10. März.

Fernando del Verme, italienischer Graf, geboren 23. November 1846, in Paris zum Bergingenieur ausgebildet, dann mit geologischen Arbeiten auf Sicilien beschäftigt, 1871—72 Director einer Kupferbergwerksgesellschaft im Ural, starb auf einer Reise nach Ostafrika in Zanzibar Ende Juli.

Philippe Edouard Poulletier de Verneuil, verdienter Geolog, geboren 13. Februar 1805 in Paris, starb daselbst 29. Mai. Von seinen zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten ist am bekanntesten sein Antheil an der Expedition nach Rußland, die er in Verein mit Murchison und Graf Keyserling unternahm. Die Ergebnisse dieser Reise sind in dem Werke „The Geology of Russia in Europe and the Ural Mountains.“ II. Vol., Paris u. London 1845, niedergelegt. Die meisten Arbeiten V.'s sind im Bulletin und den Memoiren der Société de géologie de Paris niedergelegt, deren Präsident er war.

Jules Pierre Verreau, naturwissenschaftlicher Assistent (Aide-naturaliste) am Musée d'Historie naturelle in Paris, früher fleißiger Reisender, starb im October.

Christian Albert Weinlig, Director der Abtheilung für Ackerbau, Handel und Gewerbe im sächsischen Ministerium des Innern, starb 18. Januar. Geboren 9. April 1812 in Leipzig als Sohn des

bekannten Musikers Christian Theodor W., Cantors an der Thomasschule, studirte W. in Leipzig Medicin und war bereits im Alter von 21 Jahren als ausübender Arzt thätig. Gleichzeitig habilitirte er sich als Privatdocent für Mineralogie, Technologie und verwandte Gebiete an der Leipziger Universität. Aber als er später auch das Amt eines Lehrers der Chemie, Physik und Technologie an der unter Schiebe's Leitung stehenden Oeffentlichen Handelslehranstalt in Leipzig übernahm, gab er den ärztlichen Beruf ganz auf und wandte sich den Anwendungen der Naturwissenschaften auf Technik und Ackerbau und dem Studium der Nationalökonomie zu. Dabei redigirte er (1835—45) das „Pharmaceutische Centralblatt" und (mit Hülße) das „Polytechnische Centralblatt.' Im Jahre 1844 wurde er mit Hülße, dem damaligen Director der Chemnitzer Gewerbschule, von der sächsischen Regierung nach Paris zum Besuche der dortigen Industrie-Ausstellung gesandt, und im folgenden Jahre ging er als Professor der Nationalökonomie nach Erlangen. Aber schon im Jahre 1846 kehrte er nach Sachsen zurück, um als Ministerialrath in die Abtheilung für Ackerbau, Handel und Gewerbe im Ministerium des Innern einzutreten. Nur vorübergehend wurde er dieser Stellung entzogen, indem er vom Februar bis Mai 1849 in das unter Held's Vorsitz gebildete Uebergangsministerium als Minister des Innern eintrat. Die Spaltung über die deutsche Frage veranlaßte W. mit Held und v. Ehrenstein bald wieder zum Austritt, während v. Beust und Rabenhorst im Amte blieben. W. übernahm nun als Geh. Rath die Direction der Ministerial-Abtheilung für Ackerbau, Handel und Gewerbe, später auch die Direction des statistischen Bureau's. Mit Ausnahme einer kurzen Thätigkeit in der ersten Kammer im Jahre 1849/50 widmete W. seitdem all seine Kraft der Förderung der wirthschaftlichen Interessen Sachsens und ihm hauptsächlich verdankt es Sachsen, daß seiner Industrie freiere Bahnen eröffnet wurden. Insbesondere sind seine Verdienste um die Hebung der gewerblichen Bildungsanstalten zu erwähnen. Aus der Zeit seiner Leipziger Thätigkeit sind mehrere Uebersetzungen, die Bearbeitungen von Thomson's Pflanzenchemie (1838), und Herschels Einleitung in das Studium der Naturwissenschaften (1836), ein „Lehrbuch der theoret. Chemie" (1840—41) und ein „Grundriß der mechanischen Naturlehre" (1843) zu nennen.

Francesco Zantedeschi, geboren am 18. August 1797, zu Dolce, Prov. Verona, früh in den geistlichen Stand getreten, seit 1838 Professor der Physik und Philosophie am kgl. Lyceum in Venedig, später in gleicher Eigenschaft in Padua thätig, bis er 1855 erblindete, starb 13. März in Padua. Außer den für den Schulgebrauch bestimmten „Instituzioni di filosofia e di fisica" hat er über 300 Aufsätze, meist in der Biblioteca italiana und der Bibliothèque universelle de Génève veröffentlicht, welche alle Zweige der Physik umfassen. Besonders arbeitete er auf dem Gebiete der Imponderabilien und der Meteorologie. Schon ehe Faraday seine Entdeckung des Elektromagnetismus veröffentlichte, hat Z. auf die Möglichkeit der Erregung von Elektricität durch Magnetismus hingewiesen (Biblioteca ital. Vol. 53, 1829, und Bibl. universelle de Génève. Vol. 43,

1830) und ebenso soll er nach der Angabe von Salmi (Enciclopedia di chimica scientifica ed industriale) schon vor Brewster auf die Absorptionslinien im Sonnenspectrum aufmerksam gemacht haben, die der Erdatmosphäre ihre Entstehung verdanken. In den letzten Jahren hat Z. eine Autobiographie verfaßt, die im Archiv der Akademie von Verona abgedruckt ist.

Oberst von Zittwitz, einer der bedeutendsten Ornithologen der Gegenwart, Präsident der naturforschenden Gesellschaft in Görlitz, starb daselbst 25. Dec.

Nachtrag für 1871 und 1872.

Charles Francis Hall, amerik. Nordpolfahrer, starb am 8. Nov. 1871 in der Polarisbai in 81° 31′ n. Br. Im J. 1821 in Cincinnati geboren und dort als Graveur lebend, fing er 1850, als die Grinnel-Expedition das allgemeine Interesse erregte, an, sich mit Polargeographie zu beschäftigen. Seine erste Reise machte er 1860—62, entdeckte dabei die Reste der unter der Königin Elisabeth ausgesandten Frobischer-Expedition und untersuchte die Frobischerbai. Vergl. Hall, Life with the Eskimos. 2. Vol. London 1864. Die zweite Expedition, 1864—69, erstreckte sich hauptsächlich auf die Repulse-Bai. Die dritte Reise, 1871 mit Unterstützung der Regierung auf dem Dampfer „Polaris" unternommen, ging in den Smith-Sund und erreichte 3. Sept. 1871 die höchste Breite, 82° 16′, in die je ein Schiff kam.

Georges Mulot, ein geschickter Mechaniker, namentlich durch Erbohrung von artesischen Brunnen, zuletzt (1833—52) des 547 Meter tiefen Brunnens von La Grenelle bekannt, geb. 1792 in Epinay (Seine), starb im August 1872.

Carl Christian Wilhelm Sartorius, geboren 31. August 1796 zu Guntershausen im Großherzogthum Hessen, ging 1829 im Dienste einer englischen Bergwerksgesellschaft nach Mexiko, wo er sich als Landbauer zu Mirador in der Nähe des Pic von Orizava ansiedelte. Hier starb er, nachdem er 1848—52 nach Deutschland zurückgekehrt, am 16. Januar 1872. Er verfaßte verschiedenes über die Vulkane von Toluco und Colima, sowie über Auswanderungswesen. Hiernach die Angabe im vor. Jahrg. dieses Jahrb. S. 364 zu berichtigen.

Anzeigen.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.





